This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

L RESEARCH LIBRARIES
33 06907582 2

MATHEMATISCHE
UND
NATURWISSENSCHAFTLICHE
BERICHTE AUS UNGARN.

MIT UNTERSTÜTZUNG DER UNGARISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
UND DER KÖNIGLICH UNGARISCHEN NATURWISSENSCHAFTLICHEN GESELLSCHAFT

HERAUSGEGEBEN VON

ROLAND BARON EÖTVÖS, JULIUS KÖNIG, KARL v. THAN.

REDIGIERT VON

AUGUST HELLER.

FÜNFZEHNTER BAND.

1897.

1899.

BERLIN,
R. FRIEDLÄNDER & SOHN.

BUDAPEST,
FRIEDR. KILIAN (NACHFOLGER).

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
220848
ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS.
R 1901 L

DRUCK DES FRANKLIN-VEREIN.

INHALT DES XV. BANDES.

Abhandlungen.

Seite

1. Hermann Strauss. Zur Sichtbarkeit der Röntgenstrahlen ... 1
2. Herm. Strauss. Ueber die von Röntgenstrahlen getroffenen Körper, als secundäre Röntgenstrahlen-Quellen ... 8
3. Leo Liebermann und Béla von Bittó. Ueber die Einwirkung von concentrierter Schwefelsäure auf die Chloroformlösung des Cholesterins ... 15
4. Julius Farkas. Die algebraischen Grundlagen der Anwendungen des Fourier'schen Principes in der Mechanik ... 25
5. Michael Bauer. Elementar-zahlentheoretische Sätze ... 41
6. Gustav Rigler. Neuere Untersuchungen über die Alkalicität des Blutes ... 47
7. Jos. Fodor und Gust. Rigler. Das Blut mit Typhusbacillen inficierter Thiere ... 69
8. Armin Landauer. Der Einfluss der Galle auf den Stoffwechsel ... 75
9. Alexander Mocsáry. Ungarns Hymenopteren ... 115
10. Adolf Szili. Ueber das Bewegungsnachbild ... 122
11. Edmund Bogdánfy. Ombrometrische Studien auf dem Gebiete der ungarischen Krone ... 132
12. Karl Messinger. Seleno-Arsenate ... 150
13. Karl Messinger. Natrium-Thyoselenid ... 161
14. L. Steiner. Die Bahn des Cometen 1892 II. ... 163
15. Géza Entz. Protozoen aus Neu-Guinea ... 181
16. Josef Kürschák. Ueber das regelmässige Zwölfeck ... 196
17. A. Franzenau. Krystallographische Untersuchungen am Pyrit von Bélabánya ... 198
18. Géza v. Mihalkovics. Untersuchungen über die Entwicklung der Nase und ihrer Nebenhöhlen ... 224
19. Moritz Réthy. Ueber schwere Flüssigkeitsstrahlen ... 258
20. Emerich Lörenthey. Sepia im ungarischen Tertiär ... 268
21. Emanuel Beke. Ueber die Fundamentalgleichungen der homogenen linearen Differentialgleichungen ... 273

Seit

22. J. Hegyfoky. Beobachtungen am Psychrometer mit und ohne Aspiration ... 282
23. A. Onodi. Zur Pathologie der Phonationscentren ... 303
24. A. Ónodi. Die respiratorischen und phonatorischen Nervenbündel des Kehlkopfes ... 320
25. Desiré Korda. Neue Versuche an luftleeren elektrischen Röhren 337
26. L. Klug. Einige Sätze über Regelscharen ... 348

Sitzungsberichte.

I. Sitzungen der III. (mathematisch-naturwissenschaftlichen) Classe der Ungarischen Akademie der Wissenschaften ... 356

18. Januar 1897.

Karl v. Than. Vorweisung seines Werkes «Die Grundzüge der Experimental-Chemie. — Steph. Bugarszky. Beiträge zur Veränderung der freien Energie bei chemischen Reactionen. — L. Steiner. Endgiltige Bahnberechnung des 1892-er 2-ten Cometen. — Edm. Ernyei. Ueber das Tellurhydrogen. — Em. Szarvassy. Die Wirkung des Methylalkohols auf das Magnesiumnitrid ... 356

15. Februar 1897.

Jul. König. Bolyai's Tentamen. — Isid. Fröhlich. Theoret. Physik II. Band. — Andr. Högyes. Neuere praktische Erfolge der Schutzimpfung gegen Wuthkrankheit. — Des. Korda. Neue Versuche mit luftleeren Röhren ... 358

15. März 1897.

Jos. Kürschák. Ueber eine Classe der partiellen Differentialgleichungen zweiter Ordnung. — Edm. Bogdánfy. Ombrometrische Studien auf dem Gebiete der ungarischen Krone. — Karl Messinger. Natriumthyoselenid. — *Ders.* Selenoarsenate 359

12. April 1897.

Eug. v. Daday. Rotatorien aus Neu-Guinea. — Ant. Koch. Ein Ursäugethier aus den Mitteleocænschichten Siebenbürgens. — Em. Lörenthey. Beiträge zur tertiären Decapodenfauna Ungarns. — Em. Szarvasy. Arsenmonoselenide ... 360

17. Mai 1897.

Árpád Bókay. Die Wirkung schwerer Metalle auf die Structur der quergestreiften Muskelfaser. — Jul. Horváth und Tib. Verebély. Die Wirkung localer anästhesierender Mittel auf die tonische Structur der sensibeln Nervenendungen. — Ad. Szili. Ueber das Bewegungsnachbild. — Géza Entz. Rotatorien aus Neu-Guinea ... 362

Seite

21. Juni 1897.

Isid. Fröhlich. Ringförmiges Inductionsnormale. — Al. Schmidt. Ueber die Mineralien der Umgegend von Szalónak. — Mor. Réthy. Ueber schwere Flüssigkeitsstrahlen. — Jul. Farkas. Ueber das Huygens'sche Princip. — Em. Szarvasy. Zwei neue Methylmagnesiumverbindungen. — Béla Bittó. Beiträge zur Kenntniss der α-Sulfonormalcapronsäure und ihrer Salze. — Herm. Strauss. Ueber die Sichtbarkeit der Röntgenstrahlen. — *Ders.* Durch Röntgenstrahlen getroffene Körper als neue Quellen der Röntgenstrahlen ... 363

18. October 1897.

Al. Lipthay. Eisenbahnbaulehre. — Ad. Ónodi. Ueber die Pathologie der Phonationscentren ... 367

22. November 1897.

Géza von Mihalkovics. Ueber das Jacobson'sche Organ. — Em. Lörenthey. Zwei neue Krebse aus dem Tertiär. — Leo Liebermann und Béla Bittó. Wirkung der concentrierten Schwefelsäure auf die chloroform. Lösung des Cholesterins. — Jul. König. Zur Theorie der bestimmten Integrale ... 367

13. Dezember 1897.

Ferdinand Klug. Gasentwicklung bei Pankreas-Verdauung. — Aladár Richter. Beiträge Zur Kenntniss der Maregraviaceæ und Arrideæ ... 369

II. Fachsectionen der Kön. Ung. Naturwissenschaftlichen Gesellschaft ... 370

A) Fachconferenz für Zoologie: 2. Januar 1897 ... 370
" " " 6. Februar 1897 ... 370
" " " 6. März 1897 ... 371
" " " 3. April 1897 ... 372
" " " 8. Mai 1897 ... 373
" " " 2. October 1897 ... 373
" " " 6. November 1897 ... 374
" " " 4. Dezember 1897 ... 376

B) Fachconferenz für Botanik: 13. Januar 1897 ... 376
" " " 10. Februar 1897 ... 377
" " " 10. März 1897 ... 378
" " " 8. April 1897 ... 378
" " " 12. Mai 1897 ... 380
" " " 9. Juni 1897 ... 381
" " " 13. October 1897 ... 382
" " " 10. November 1897 ... 384
" " " 9. Dezember 1897 ... 384

Seite

C) Fachconferenz für Chemie und Mineralogie: 26. Januar 1897 ... 384
« « « « « 23. Februar 1897 385
« « « « « 29. März 1897 ... 385
« « « « « 27. April 1897 . 386
« « « « « 25. Mai 1897 ... 387
« « « « « 26. October 1897 387
« « « « « 30. November 1897 388
« « « « « 28. Dezember 1897 388
D) Fachconferenz für Physiologie: 23. Februar 1897 389

III. Ungarische Geologische Gesellschaft 389

Sitzung 13. Januar 1897 389
« 13. Februar 1897 390
« 3. März 1897 390
« 7. April 1897 391
« 5. Mai 1897 392
« 3. November 1897 392
« 1. Dezember 1897 394

IV. Siebenbürger Museumverein (Medicinische und Naturw. Classe) 396

Sitzung 2. April 1897 396
« 25. Juni 1897 397

Sitzungsberichte der math.-physikal. Gesellschaft 1895, 1896 ... 399
« « « « 1897 400

Bericht über die Thätigkeit, den Vermögensstand, die Preisausschreibungen u. s. f. der Ung. Akademie der Wissenschaften und der Kön. Ung. Naturwissenschaftl. Gesellschaft.

I. Ungarische Akademie der Wissenschaften 401

Feierliche Jahressitzung 1897:
1. Eröffnungsrede des Präsidenten Rol. Bar. Eötvös: Gedächtnissrede auf Anianus Jedlik 401
2. Jahresbericht des Generalsecretärs 418
3. Vermögen, Einnahmen und Ausgaben im Jahre 1896, Voranschlag für 1897 422
4. Mitglieder-Bestand der Akademie im Jahre 1897 425
5. Akademiebibliothek 425
6. Preisausschreibungen 1897 426

Bericht über die Londoner internationale bibliographische Conferenz im Juli 1896 von August Heller 430

Theodor Margó. Gedächtnissrede gehalten von Géza Entz in der Sitzung der Akademie am 28. März 1898 437

Seite

II. Königl. Ungar. Naturwissenschaftliche Gesellschaft ... 452

Jahresversammlung 1897:

Eröffnung durch den Präsidenten ... 452

Bericht des ersten Secretärs ... 452

Cassabestand zu Ende 1896 ... 454

Bureau und Ausschuss der Gesellschaft ... 455

Buchbesprechungen ... 456

Johann Bedőházi. A két Bolyai (Die beiden Bolyai). Marosvásárhely. 1897 ... 456

NAMENREGISTER.*

Abt A. Remanenter magnetischer Zustand der verschiedenen Stahlsorten und des Hæmatites 398.

Asbóth A. Methode zur Untersuchung der Fette 385.

Balázs St. Einheimische Species der Angiospermen 378.

Balló M. Nachweis des Unschlittes im Schweinefett 386.

Barna B. Charrinia diplodiella 383.

Bauer M. Elementarzahlentheoretische Sätze 41.

Bedőházi J. Die beiden Bolyai (Buchbesprechung) 456.

Beke E. Fundamentalgleichungen der homog. linearen Differentialgleichungen 273.

Bernatsky E. Dreikeimige Eichel 381.

Bittó B. Beitrag zur Kenntniss der α-Sulfonormalcapronsäure 365. — Calcium- u. Magnesiumgehalt des Bodens von Ungarn 388.

Bittó B. siehe Liebermann.

Bogdánfy E. Ombrometrische Studien in Ungarn 132, 359.

Bókay A. Wirkung schwerer Metalle auf die Structur der quergestreiften Muskel 362.

Borbás V. Unbekannte Quellen der ungarischen Flora 376. — Pflanzen der Umgebung von Budapest 379.

Böckh H. Neues Mineral vom kleinen Schwabenberg 392.

Buchböck G. Molecylargewicht d. Ferrocyanæthyls 386. — Zersetzung des Carbonylsulfids 386.

Bugarsky St. Beiträge zur Veränderung der freien Energie bei chemischen Reactionen 356, 384.

Daday E. Rotatorien aus Neu-Guinea 360, 373.

Degen A. Ainsworthia Boiss. 381.

Entz G. Protozoen aus Neu-Guinea 181, 363*. — Hautgefühl der Wasserwirbelthiere 374. — Theodor Margó (Gedächnissrede) 437.

Eötvös Bar. Rol. Anianus Jedlik (Gedächtnissrede) 401.

Ernyei E. Ueber das Tellurhydrogen 357.

Farkas J. Die algebraischen Grundlagen der Anwendungen des Fourier'schen Principes in der Mechanik 25, 364*.

Fodor J. Untersuchungen über die Alkalizität des Blutes 47. — Das Blut mit Typhusbacillen infizierter Thiere. 69.

* Der Stern * bedeutet, dass bloss der Titel der Abhandlung angeführt ist.

Franzenau A. Krystallographische Untersuchungen am Pyrit von Bélabánya 198.
Fröhlich I. Ringförmiges Inductionsnormale 363.

Halaváts J. Geologische Verhältnisse des Hátszeger Beckens 390. — Mammuthfund bei Erlau 392. — Palæozoologische Ueberreste von Domahyda 395.
Hegyfoky J. Beobachtungen am Psychrometer mit und ohne Aspiration 282.
Heller August. Bericht über die Londoner internationale bibliographische Conferenz 430.
Herzfelder A. Beiträge zur Wagner'sche Methode 385.
Holló L. Pilze Ungarns 384.
Horusitzky H. Verbreitung des Lösses in Ungarn 389. — Agronomisch-geologische Verhältnisse der Ortschaften Muzsla und Béla Gráner Komitat) 391.
Horváth G. Biró's Sammlungen 370. — Bezeichnungen bei Insectensammlungen 372.
Horvath. J. Wirkung anästhesierender Mittel auf sensible Nervenendungen 362.
Högyes A. Praktische Erfolge der Schutzimpfung gegen Wuthkrankheit 358*.
Hoernes R. Megalodon des Obertrias des Bakony 393.

Ilosvay L. Chemische Analyse des Plattensees wassers 394.
Inkey B. Geologische Verhältnisse der Umgebung von Esztergom (Gran)-Nána 391.

Jablonovsky J. Landwirthschaftliche Schäden der Thripse 370.
Jalm K. Bedeutung des Ammoniumrhodanates für die analytische Chemie 387.

Kalecsinszky A. Untersuchungen des rohen Petroleums des Karpatengürtels 395.
Kiss A. Krankheiten des Fischlaiches 374.
Klug F. Gasentwicklung bei Pankreas-Verdauung 369.
Klug L. Einige Sätze über Regelscharen 348. — Das Pascal'sche Sechseck 398.
Koch A. Ein Ursäugethier aus dem Mitteleocän 361.
Kohaut R. Ungarns neue Floharten 351.
Korányi A. Intensitile Veränderungen der Perspiration 389.
Korda D. Neue Versuche an luftleeren elektrischen Röhren 337. 358.
König J. Theorie der bestimmten Integrale 369*.
Kürschák J. Ueber das regelmässige Zwölfeck 196. — Ueber eine Classe der partiellen Differentialgleichungen zweiter Ordnung 359*.

Landauer A. Der Einfluss der Galle auf den Stoffwechsel 75.
Liebermann Leo u. Bittó B. Ueber die Einwirkung von concentrierter Schwefelsäure auf die Chloroformlösung des Cholesterins 15. 369.
Loczka J. Analyse des Pseudobrookits von Aranyhegy 390.
Lörenthey E. Sepia im ungarischen Tertiær 268. — Beiträge zur tertiären Decapodenfauna Ungarns 361.

Zwei kurzschwänzige Krebse aus dem Tertiær 369.

Madarász J. L. Biró's Vogelsammlung 370. — Picus cissa 373.

Méhely L. Trepidonotus natrix und Coluber longiss. 370. — L. Biró's herpetologische Sammlung 372.

Melczer G. Krystallographische Daten des Natriummonoselensulfarsenats 387.

Messinger K. Seleno-Arsenate 150, 360, 387. — Natrium Thyoselenid 161, 359.

Mihalkovics G. Untersuchungen über die Entwickelung der Nase und ihrer Nebenhöhlen 224. — Ueber das Jacobson'sche Organ 367, 376. — Spolia anatomica 389.

Mocsáry A. Ungarns Hymenopteren 115.

Mœsz G. Calcit und Baryt von Kőrösmező 391.

Nuricsán J. Kohlensäurequellen der Rheingegend 388.

Ónodi A. Zur Pathologie der Phonationscentren 303, 367. — Die respiratorischen und phonatorischen Nervenbündel des Kehlkopfes 320.

Orosz A. Beiträge zur Palæoanthropologie Siebenbürgens 396.

Papp K. Das Fornaer Eocænbecken im Vértesgebirge 389.

Pfeifer I. Heizapparate zur Heizung mit Kohlenstaub 386.

Rátz St. Anchylostomasis der Pferde 373.

Réthy M. Ueber schwere Flüssigkeitsstrahlen 258, 364*.

Richter A. Marcgraviaceæ und A rideæ 369.

Rigler G. siehe Fodor.

Schafarzik Fr. Gesteine des kleine eisernen Thores 392.

Schilberszky C. Teratologie de Phanerogamen 384.

Schmidt A. Mineralien von Szalóna 364.

Simonkai L. Angaben zur Kentnis einheimischer Pflanzen 380. – Zwei pyrenäische Pflanzenspecie in den südlichen Karpathen 38 — Die Ulmen Ungarns 382.

Steiner L. Die Bahn des Comete 1892 II. 163, 357*.

Strauss H. Zur Sichtbarkeit de Röntgenstrahlen 1, 366. — Uebe die von Röntgenstrahlen getroffe nen Körper, als secundäre Rönt genstrahlen-Quellen 8, 367.

Szádeczky J. Chloritoidige Fillit aus Szurduk 396. — Danker Erd rutschung 397.

Szarvassy E. Die Wirkung de Methylalkohols auf Magnesium nitrid 358. — Arsenmonoseleni 361. — Zwei neue Methylmagne siumverbindungen 364. — Wir kung des Methylalkohols au Magnesiumnitrid 385. — Magne siummethylat 386. — Ein neue Arsentellurid 386.

Szili A. Ueber das Bewegungs nachbild 122, 362, 389.*

Szily Col. von Jahresbericht über di Thätigkeit der ungar. Akademi der Wissenschaften im J. 189 418.

Téglás G. Palæontologische For schungen im Ruszka-Pojana Ge birge 397.

Thaisz L. Gleditschia-Samen 384.
Traxler L. Spongillanadeln im Schlamme des Plattensees 393.

Uhryk F. Beiträge zur ungarischen Schmetterlingsfauna 376.

Vásárhel E. Die Schwämme der Süsswasser Ungarns 373.
Verebély T. siehe Horváth J.

Wartha V. Secretariatsbericht der kön. ungarischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft f. 1897 152.
Winkler L. Ueber den Ausdehnungscoëficienten, die Lösbarkeit in Wasser und das Atomgewicht des Argons 388.

1.

ZUR SICHTBARKEIT DER RÖNTGENSTRAHLEN.

Von HERMANN STRAUSS

Assistent am Polytechnikum zu Budapest.

Vorgelegt der Akademie in der Sitzung vom 21. Juni 1897 durch das ord. Mitgl. *Alois Schuller*.

Aus «Mathematikai és Természettudományi Értesitő» (Math. und naturwiss. Anzeiger) Band XV. pp. 305—311.

Die Herren BRANDES und DORN * haben gefunden, dass die Röntgenstrahlen unmittelbar auf das Auge einwirken und in demselben eine Lichtempfindung hervorrufen, gerade als ob gewöhnliches Licht von aussen in's Auge gedrungen wäre; letzteres war aber nicht der Fall und die genannten Herren überzeugten sich aus ihren Versuchen, dass die erwähnte Lichtempfindung ausschliesslich einer Einwirkung der Röntgenstrahlen auf das Auge zuzuschreiben sei. Ihre Versuche über die Sichtbarkeit der Röntgenstrahlen wiederholend, habe ich einige Wahrnehmungen gemacht, welche einerseits die Erfahrungen der Herren BRANDES und DORN ergänzen, andrerseits geeignet scheinen das eigenthümliche Aussehen der von ihnen beschriebenen Lichterscheinungen zu erklären.

Zu meinen Versuchen gebrauchte ich eine starke Zinkplatte mit einer kleinen runden Öffnung, durch welche die Röntgenstrahlen in das Auge eindringen konnten, während dem die übrigen Röntgenstrahlen durch die Platte abgehalten wurden.

Durch geeignete Verschiebung des Diaphragmas gelingt es

* WIEDEMANN: Annalen d. Phys. u. Chemie 60, p. 478—490.

die Röntgenstrahlen auf beliebige Theile des Auges einfallen zu lassen und die entsprechende Lichterscheinung zu beobachten; dabei erfahren wir nun Folgendes:

1. Halten wir die Zinkplatte so vor unser linkes Auge, dass die Öffnung nahe an die Grenze des äusseren Augenwinkels zu stehen kommt und schauen wir dabei mit dem Auge gegen rechts, so sehen wir, sobald Röntgenstrahlen auf die Zinkplatte fallen, im äussersten rechten Theile des Gesichtsfeldes, also an der Nasenseite einen entsprechenden Lichtfleck; dabei ist es ganz nebensächlich, ob wir das Auge offen oder geschlossen halten. Bewegen wir nun das Diaphragma in horizontaler Richtung von links nach rechts, so sehen wir, wie sich der Lichtfleck zuerst verlängert, dann in der Mitte sich mehr und mehr einschnürt und schliesslich in zwei Theile theilt, deren benachbarte Seiten anfangs oval verlängert sind und erst bei noch weiterer Verschiebung die der Öffnung entsprechende Gestalt annehmen; diese Veränderungen der Lichterscheinung sind in Fig. 1 abgebildet.

Fig. 1.

Wir sehen also gleichzeitig zwei Bilder des Diaphragmas, welche sich während dessen Verschiebung immer mehr von einander entfernen, das eine im gewöhnlichen äusseren Gesichtsfeld, das zweite scheinbar im Innern des Kopfes in entgegengesetzter Richtung wandernd. Die Schärfe der beiden Bilder und insbesondere ihre Intensität ist sehr verschieden: das im gewöhnlichen Gesichtsfeld erscheinende Bild, welches ich kurzhin «äusseres» Bild nennen will, ist immer viel schwächer, als das innere Bild, ausserdem ist letzteres bedeutend schärfer, vorausgesetzt, dass die Öffnung genügend nahe zum Auge sich befindet.

Sowie das Diaphragma die linke Grenze der Pupille erreicht, verschwindet das zweite Bild im Innern des Auges (ohne das seine Intensität vorher gradatim abgenommen hätte) und nur das äussere bleibt sichtbar, wird aber um so schwächer und undeutlicher, je mehr sich die Öffnung der Mitte der Pupille nähert. Wird das Diaphragma noch weiter verschoben, so dass es rechts die Grenze der Pupille überschreitet, so erscheint das zweite Bild vom Neuen und zwar jetzt im linken Augenwinkel im Innern des

Auges und nähert sich mehr und mehr dem äussern Bild, bis sie sich berühren, wobei die berührenden Theile der Bilder sich verlängern, dann immer mehr ineinander fliessen und schliesslich nur ein gemeinsamer Lichtfleck sichtbar bleibt. (Fig. 1.)

2. Ähnlich, aber etwas schwerer zu beobachten ist die Erscheinung, wenn wir das Diaphragma in der vertikalen Mittelebene des Auges von oben nach unten oder umgekehrt bewegen: es erscheint wieder ein Lichtfleck, welcher sich in 2 in entgegengesetzter Richtung wandernde Bilder theilt; das innere verschwindet alsbald um wieder zum Vorschein zu kommen, sobald das Diaphragma die Pupille überschritten hat; von dann an nähern sich die 2 Bilder, bis sie sich schliesslich in einem Lichtfleck vereinigen.

3. Bewegt man das Diaphragma der Augenhöhle entlang immer knapp an den Stirnknochen vorbei, so wandern die 2 Bilder gleichzeitig an der unteren Grenze des Gesichtsfeldes, das eine im äusseren, das andere im inneren Gesichtsfelde und können auf diese Weise ganz im Kreise herumgeführt werden, dabei ist es zweckmässig, behufs leichterer Beobachtung, das Auge nach jener Richtung zu wenden, wo die scheinbaren Bilder liegen.

Den Grund dieser Erscheinungen finde ich darin, dass die empfindliche Netzhaut theilweise auch die vordere Hälfte des Auges bedeckt, die Röntgenstrahlen daher in gewissen Lagen die Netzhaut zweimal treffen können, nämlich vorne, wo sie in das Auge eintreten, und nachdem sie den Glaskörper ungebrochen durchschritten, die rückwärtige Netzhaut; diesen an zwei Stellen auftretenden Reizen entsprechend, sehen wir gleichzeitig zwei Bilder des Diaphragmas. Diese Annahme genügt zur Erklärung der erwähnten Erscheinungen; betrachten wir nämlich Fig. 2, wo «*A*» einen horizontalen Durchschnitt des Auges und «*o*» die runde Öffnung in der Zinkplatte «*BB*» bedeute; diese Öffnung hatte in meinen Versuchen einen Durchmesser von 3, 5, 7 oder 10 mm; von «*C*» her kommen die Röntgenstrahlen, welche nur durch die Öffnung «*o*» in das Auge dringen können. Die durch «*o*» hindurchgehenden Röntgenstrahlen treffen die Netzhaut nicht nur in «*a*», sondern, da sie ungebrochen durch den Glaskörper gehen, auch in «*b*»; die Röntgenstrahlen verursachen daher gleichzeitig in «*a*» und «*b*» einen Reiz und das Auge glaubt in Folge dessen einen

Lichteindruck aus «*a'*» und «*b'*» zu empfangen und sieht in diesen Richtungen je ein helles Bild der Öffnung «*o*» (die zwei Knotenpunkte habe ich der Einfachheit halber in der Zeichnung als in «*k*» zusammenfallend genommen). Verschiebt man das Diaphragma in der Richtung der Pupille, so müssen die 2 Bilder in entgegengesetzter Richtung wandern und man beobachtet die unter 1. beschriebenen Erscheinungen: das eine Bild umkreist das äussere Gesichtsfeld, während das zweite sich im Innern des Kopfes zu bewegen scheint und letzteres muss verschwinden, sobald die Röntgenstrahlen auf einen solchen Theil des Auges fallen (die Pupille), wo die vordere Netzhaut fehlt.

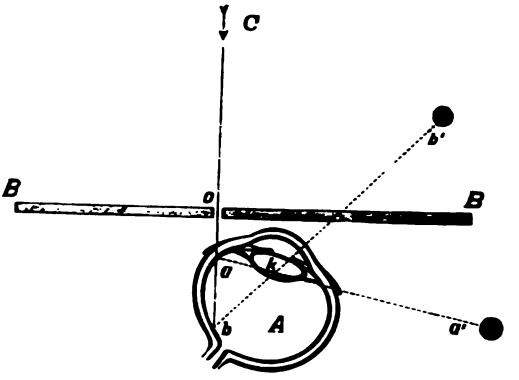


Fig. 2. *A* ist ein horizontaler Durchschnitt des Auges; *k* der Ort der Knotenpunkte.

Da die einfallenden Röntgenstrahlen nicht strenge parallel sind und auch nicht aus einem Punkte kommen, so sind die 2 Bilder nicht gleich scharf: das an der äusseren Retina entstehende Bild (in der Richtung «*a'*») ist bedeutend schärfer, als jenes in der Richtung «*b'*», welches an der rückwärtigen, also von «*o*» bedeutend weiter entfernten Netzhaut entsteht; ausserdem ist die Intensität des letzteren bedeutend geringer, was auf eine nicht unbeträchtliche Absorption der Röntgenstrahlen in dem Glaskörper folgern lässt. Dieser Unterschied in der Lichtintensität ist so bedeutend, dass es mir immer viel leichter und früher gelang das Bild «*a'*» zu sehen, als jenes in der Richtung «*b*». Das Bild

in «a'» erscheint immer ganz ausser den Grenzen des gewöhnlichen Gesichtsfeldes und macht auf den Beobachter den wunderlichen Eindruck, als ob das scheinbare Licht aus dem Innern des Kopfes käme und man mit dem Auge nicht nach vorne, sondern förmlich nach rückwärts in den eigenen Kopf schauen würde.

Die gleichzeitige Reizung der äusseren und inneren Theile der Netzhaut giebt bekanntlich auch in anderen Fällen Gelegenheit zur Entstehung von Doppelbildern; so sieht man z. B. zwei Bilder, wenn man mittels galvanischen Stromes die peripherischen Theile der Netzhaut in der Weise reizt, dass der Strom durch das Auge geht; aber die so entstehenden Doppelbilder unterscheiden sich charakteristich von den durch Röntgenstrahlen entstehenden Doppelbildern: während bei ersteren das eine Bild hell auf dunklem Grunde, das andere dunkel auf hellem Grunde erscheint, sind bei letzteren beide Bilder hell auf dunklem Grunde.

Treffen die Röntgenstrahlen frei auf das Auge, so haben wir eine Lichterscheinung, bei der die dunklere Mitte des Gesichtsfeldes von einem helleren Ringe am Rande des Gesichtsfeldes begrenzt erscheint. Die Herren Brandes und Dorn geben als Grund dieser Erscheinung die Absorption der Röntgenstrahlen auf den verschieden langen Wegen durch die Augenmedien bis zur Netzhaut an, und erwähnen noch den eventuellen Einfluss einer grösseren Empfindlichkeit der seitlichen Theile der Netzhaut oder einer diffusen Reflexion der Röntgenstrahlen an den Knochen der Augenhöhle. Aus meinen Versuchen glaube ich nun folgern zu dürfen, dass der helle Ring durch die Einwirkung der Röntgenstrahlen auf die peripherischen vorderen Theile der Netzhaut entsteht und dies ist auch der Grund, weshalb der helle Ring an der äussersten Grenze des Gesichtfeldes erscheint und die Lichtintensität nach innen nicht continuirlich, sondern plötzlich abnimmt.

Schliesslich noch Einiges über den direct sichtbaren Röntgenschatten. Herr Dorn erwähnt, dass es ihm gelang, den Röntgenschatten eines Messingstabes von 6 mm Durchmesser wahrzunehmen: «wurde der Stab nach rechts bewegt, so wanderte der das ganze Gesichtsfeld durchsetzende Schatten nach rechts und umgekehrt». Einen Röntgenschatten, welcher dieser Beschreibung entspräche, konnte ich in meinen Versuchen nicht wahrnehmen,

denn die Bewegung der von mir beobachteten Röntgenschattenbilder war der thatsächlichen Bewegungsrichtung des schattenwerfenden Körpers immer entgegengesetzt: bewegte ich den Stab nach rechts, so wanderte der Schatten nach links und umgekehrt.

Auch über das Aussehen des Röntgenschattens möchte ich einige Bemerkungen machen: das scheinbare Schattenbild ist stets ein umgekehrtes Bild des Gegenstandes. Gewöhnlich ist es verwaschen und erscheint nur dann scharf, wenn der schattenwerfende Körper dem Auge möglichst nahe gebracht wird; ist der Körper hingegen 6—8 cm vom Auge, so ist sein Schatten schon ganz undeutlich und kaum wahrnehmbar. Was die Treue der Schattenbilder anbelangt, muss ich bemerken, dass ein geradliniger Körper, z. B. ein Stab nur dann einen geraden Schatten wirft, wenn er sich in der vertikalen oder horizontalen Mittelebene des Auges befindet, in welcher Ebene dann auch das Schattenbild erscheint (das obere und das untere Ende desselben scheinen sich in das Innere des Gesichtsfeldes hineinzubiegen!).

Halten wir nun den geraden Stab in einer etwas seitlichen Lage vor das Auge, so sehen wir nicht mehr ein dem Körper entsprechendes gerades Schattenbild, sondern es erscheint in der entgegengesetzten Hälfte des Gesichtsfeldes ein ringförmiger Schatten, der desto mehr zusammenschrumpft, je weiter wir den Körper von der Mittelebene des Auges entfernen. Dabei bemerken wir, dass der im inneren Gesichtsfelde erscheinende Theil des Ringes schärfer und intensiver ist, als der äussere Theil.

Einem geraden Körper, der sich nicht in der Mittelebene des Auges befindet, entspricht daher ein ringförmiger Schatten; die Ursache dieser Erscheinung liegt wieder darin, dass bei der seitlichen Lage des schattenwerfenden Körpers 2 Netzhautbilder entstehen, das eine an dem vorne am Auge, das zweite an dem rückwärts gelegenen Theile der Netzhaut; da diese Netzhautbilder an der Grenze des äusseren und inneren Gesichtsfeldes in einander fliessen, erscheint uns der Schatten als ein dunkler Ring (Fig. 3).

Da, wie schon erwähnt wurde, das von der vorderen Netzhaut gelieferte Bild schärfer und lichtstärker ist, als das zweite, so gelingt es im inneren Gesichtsfelde solche Bilder noch wahrzunehmen, die im äusseren nicht mehr bemerkbar sind. So konnte

ich das Bild eines Diaphragmas von 1·5 mm Durchmesser noch gut sehen; einen Spalt von 0·5 mm Weite vor die linke Seite des linken Auges haltend, sah ich rechts im Gesichtsfelde einen Theil eines hellen Ringes; Aluminiumdraht von 1·5 mm Stärke gab noch sichtbaren Schatten; Kupferdrähte bis zu 0·5 mm Dicke herab lieferten scharfe Schatten, wenn sie seitlich an das Auge angelegt wurden und man das Auge in die Richtung wendete, wo die scheinbaren Bilder liegen, die dann im inneren Gesichtsfelde verhältnissmässig leicht zu beobachten sind. Viel schwerer ist es das von der rückwärtigen Netzhaut gelieferte Schattenbild wahrzunehmen, wobei das Auge gerade ausblicken muss; dieses Bild ist immer etwas verwaschen, undeutlich, der Contrast zwischen Licht und Schatten bedeutend geringer.

Fig. 3. Röntgen-Schatten eines geraden Metallstabes: *A* in der vertikalen Mittelebene des Auges. *B* seitlich im Gesichtsfelde. *C* an der Gränze des Gesichtsfeldes.

Zu meinen Experimenten, welche ich am hiesigen Polytechnicum ausführte, verwendete ich Röntgenröhren aus der Müller-Unkel'schen Glasfabrik, die ich sehr brauchbar fand, trotzdem bei einzelnen die zu den Elektroden parallel geschaltete Funkenstrecke nur 4—6 cm betrug; bedeutend leichter sind aber die Erscheinungen bei sogenannten harten Röhren wahrzunehmen, bei denen die parallel geschaltete Funkenstrecke 12—16 cm beträgt. Vielleicht ist es überflüssig zu erwähnen, dass die Röntgenlampe in einem lichtdichten Kasten verschlossen war und das Beobachtungszimmer vollkommen verdunkelt wurde; unter diesen Umständen konnte man das Auge so sehr für Dunkelheit adaptiren, dass es den durch die Röntgenstrahlen verursachten äusserst schwachen Lichtreiz kaum aushalten konnte und denselben blendend stark empfand.

2.

ÜBER DIE VON RÖNTGENSTRAHLEN GETROFFENEN KÖRPER ALS SECUNDÄRE RÖNTGENSTRAHLEN-QUELLEN.

Von HERMANN STRAUSS

Assistent am Polytechnikum zu Budapest.

Vorgelegt der Akademie in der Sitzung vom 21. Juni 1897 durch das ord. Mitgl. *Alois Schuller*.

Aus «Mathematikai és Természettudományi Értesitô» (Math. und Naturwiss. Anzeiger) Band XV. pp. 313—317.

In dem letzten Hefte * der Sitzungsberichte der Berl. Akad. erschien eine Mittheilung von Herrn RÖNTGEN, in welcher er über seine neueren Beobachtungen, betreffend die Eigenschaften der *X*-Strahlen, berichtete.

Am interessantesten scheint darunter jene Entdeckung, dass die von *X*-Strahlen getroffenen Körper selbst zu neuen Strahlenquellen werden und in alle Richtungen *X*-Strahlen aussenden. Diese Behauptung beweist RÖNTGEN in einem Versuche für die von Röntgenstrahlen getroffene Luft, berichtet aber über keine weitern Versuche, die er an anderen Körpern gemacht hätte.

Da ich in dem Laboratorium des hiesigen Josefs-Polytechnikums schon längere Zeit Versuche über diesen Gegenstand anstellte, die zu demselben Resultate führten, ohne dass ich natürlich von den gleichzeitigen Experimenten Herrn RÖNTGEN's gewusst hätte, so halte ich es nicht für überflüssig über den Gang und die wichtigeren Resultate meiner Versuche zu berichten, da

* Sitzungsberichte der Berl. Akad. 26. pag. 576 (1897).

man aus ihnen auf einige Eigenschaften der secundären Strahlung folgern kann.

Zu diesen Versuchen gebrauchte ich photographische Platten mit der Glasseite gegen die Röntgenlampe gewendet; auf die empfindliche Schichte der Platte legte ich behufs Abhaltung des im Glase auftretenden Fluorescenzlichtes dünne Aluminiumblättchen und auf diese die zur Untersuchung benützten Metallspiegel. Unter diesen Verhältnissen war die photographische Wirkung unter den Metallspiegeln stärker, als an den übrigen Stellen der Platte und da in Folge der gebrauchten Anordnung die verstärkte

Fig. 1.

photographische Wirkung nur von Röntgenstrahlen herrühren konnte, so liess dieser Versuch scheinbar auf eine Reflexion der Röntgenstrahlen an den spiegelnden Flächen schliessen. Wenn ich nun aber vor die Glasplatte, also zwischen die Röntgenlampe und die photographische Platte einen Bleistreifen von 1 mm Dicke brachte, so verursachten jener Spiegel, respective jene Theile der Spiegel (Fig. 1. «*a*, *a*»), welche oberhalb des Bleistreifens standen, nicht eine Verstärkung, sondern vielmehr eine auffallende Schwächung der photographischen Wirkung, hingegen war eine bedeutend stärkere Wirkung unter jenen Theilen (Fig. 1. «*b*, *b*») der Spiegel zu beobachten, welche ausserhalb des Schattens vom Blei-

streifen zu liegen kamen. Wir haben hier also die auffallende Erscheinung, dass ein und derselbe Metallspiegel die photographische Wirkung der Röntgenstrahlen theils verstärkt, theils schwächt.

Aus den zahlreichen Versuchen, die ich gemacht habe, kam ich zu der Überzeugung, dass die von Röntgenstrahlen getroffenen Körper als neue Strahlenquellen auftreten, deren Strahlung um so intensiver ist, je stärker die erregenden, primären Röntgenstrahlen sind und je dichter der Körper ist, auf den sie auffallen. Unter dieser experimentell untersuchten Annahme konnte ich mir die oben beschriebenen Erscheinungen mit Leichtigkeit erklären: in der Fig. 1. waren dreierlei Röntgenstrahlen thätig, nämlich die aus der Röntgenlampe stammenden primären *X*-Strahlen, von denen ein Theil durch die Bleiplatte vollkommen aufgehalten wurde; trotzdem war der Schatten der Bleiplatte nicht ganz dunkel, sondern bedeutend heller, als die den Metallspiegeln entsprechenden Stellen «*a*» und dies beweist, dass zweitens auch die bestrahlte Luft *X*-Strahlen aussendete, welche überall auf die photographische Platte einwirkten, ausgenommen die Stellen «*a*», wo sie durch die Metallspiegel geschützt war. Die dritte Strahlenquelle waren die von den primären Röntgenstrahlen getroffenen Theile «*b*» der Metallspiegel, unter denen die photographische Wirkung stärker war, als an den übrigen Theilen der Platte, weil die an Metallflächen erzeugten secundären Strahlen intensiver sind, als die der bestrahlten Luft.

Während meiner Untersuchungen ob die secundären Strahlen gerichtet sind oder aber gleichförmig in alle Richtungen ausgesendet werden, fand ich, dass die von Röntgenstrahlen getroffene Hand auch secundäre *X*-Strahlen aussendet, welche einen Bariumplatincyanür-Schirm zum schwachen Leuchten bringen. Zur Untersuchung der secundären Röntgenstrahlung benützte ich auf Anrathen des Herrn Prof. Schuller einen oben und unten offenen starken Metallcylinder, welcher seitlich mit einem offenen Metallrohre versehen war (Fig. 2. *C*); durch letzteres schauend, konnte man den Fluorescenzschirm «*BB*» beobachten, auf welchen das Beobachtungsrohr gesetzt wurde. Um die aus der Lampe kommenden primären Strahlen abzuhalten, wurde der Leuchtschirm

auf eine für Röntgenstrahlen undurchlässige 3·5 mm dicke Bleiplatte gelegt, deren Ränder aufgebogen waren (»*AA*« in Fig. 2). Wird nun der Inductor in Bewegung gesetzt, so leuchtet der ganze Schirm; dieses Licht stammt von solchen Röntgenstrahlen, welche aus der bestrahlten Luft von oben und seitlich auf den Schirm fallen. Davon können wir uns leicht überzeugen, wenn wir unser

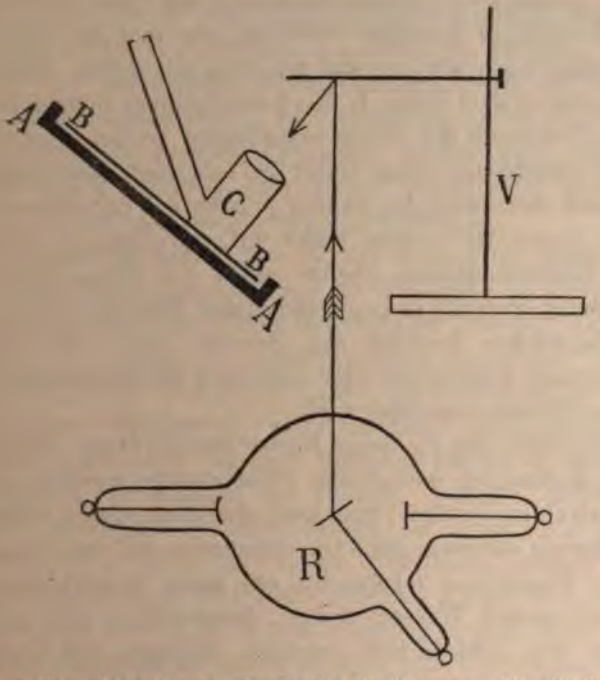


Fig. 2. *R* = Röntgenlampe. *V* = Stativ mit Eisenring. *AA* = Bleitasse. *BB* = Leuchtschirm. *C* = Beobachtungsrohr.

Beobachtungsrohr *C* auf den Leuchtschirm setzen, denn nun ist jener Theil des Schirmes, welchen der Cylinder einschliesst, dunkel, weil das Rohr die seitlich kommenden Strahlen nicht auf den Schirm fallen lässt; in das Rohr dringen zwar auch von oben *X*-Strahlen, wenn aber der Cylinder hoch und nicht sehr weit ist, so sind letztere so schwach, dass sie kaum bemerkbare Fluorescenz erregen.

Das Beobachtungsrohr ist daher geeignet, um den störenden Einfluss der bestrahlten Luft zu vermeiden und unabhängig davon verschiedene Körper zu untersuchen, auf die man die aus der Lampe kommenden Strahlen fallen lässt. Zu diesem Zwecke benützte ich die in Fig. 2 sichtbare Anordnung: auf einem Stativ «*V*» war ein Eisenring, auf den der zu untersuchende Körper gelegt wurde; damit die, in dem von unten bestrahlten Körper erregten, secundären Röntgenstrahlen auf den Leuchtschirm fallen, wurde derselbe in geneigter Stellung, wie dies die Figur zeigt, angewendet; legen wir jetzt auf den Ring ein dickes Stück Holz, so sehen wir in dem Rohre *C* den Leuchtschirm fluoresciren.

Die Intensität des Fluorescenzlichtes ist bei verschiedenen Körpern verschieden, aber selbst bei ein und demselben Stoffe ändert sich die Stärke des Lichtes je nach der Schichtendicke des Körpers. Legen wir unsere Hand auf den Ring, so sehen wir starkes Fluorescenzlicht, ebenso wenn wir Holz, Bein, Leder, Tuch, Wachs, Paraffin in genügend dicker Schichte auf den Ring legen. Schwächer leuchtet der Schirm, wenn als secundäre Strahlenquelle Aluminium oder Zink, und am schwächsten, wenn Blei oder Platina verwendet wird.

Aber nicht nur die festen Körper und die Gase, sondern auch die von *X*-Strahlen getroffenen Flüssigkeiten werden zu neuen Röntgenstrahlen-Quellen; man kann sich leicht davon überzeugen, wenn man ein dünnwandiges Glasfläschchen auf den Ring setzt; das leere Fläschchen verursachte ein kaum bemerkbares Licht, doch wurde es mit Wasser, Aether, Kupfervitriol etc. gefüllt, so sah man den Schirm hell leuchten, hingegen mit Quecksilber gefüllt, war das verursachte Licht kaum bemerkbar.

Da man aus der Intensität des Fluorescenzlichtes auf die Intensität der Röntgenstrahlen, welche dasselbe erregen, folgern kann, so zeigen diese Versuche, dass die verschiedenen, von Röntgenstrahlen getroffenen Körper *X*-Strahlen verschiedener Intensität aussenden und zwar scheint die Intensität der secundären Strahlen desto geringer zu sein, je grösser die Dichte der Strahlenquelle ist.

Aber nicht nur die Dichte, sondern auch die Schichtenstärke beeinflusst die Intensität dieser Strahlung; auffallend sieht man

das bei Papierblättern: ein einzelnes Blatt verursacht keine bemerkbare Strahlung, aber je mehr Blätter wir auf einander legen, desto stärker wird die Wirkung auf den Leuchtschirm, so dass ein mehrere Finger dickes Buch schon starkes Fluorescenzlicht verursacht; ebenso verhalten sich auch Aluminiumbleche, von denen eine einzelne Schichte kaum wahrnembares Licht erzeugt.

Die Intensität der secundären Strahlung wächst also mit der Schichtendicke des von *X*-Strahlen getroffenen Körpers.

Aus den secundären Strahlenquellen gehen die Röntgenstrahlen nach jeder Richtung, doch scheint es, als ob die Strahlung in der Richtung der primären Strahlen stärker wäre, als in der darauf normalen Richtung, aber diesen scheinbaren Unterschied konnte ich bisher noch nicht endgiltig bestätigen.

Herr RÖNTGEN sagt in der citirten Mittheilung, dass es ihm noch nicht gelungen sei, die Frage zu erledigen, ob diese secundäre Strahlung auf einer diffusen Reflexion der primären *X*-Strahlen oder aber auf einem der Lichtfluorescenz ähnlichen Vorgange beruhe. Aus meinen Versuchen glaube ich schliessen zu dürfen, dass die diffuse Reflexion als Grund der Erscheinung ausgeschlossen werden muss, denn mit einer Reflexion glaube ich kaum jene Wahrnehmung vereinbaren zu können, wonach Metalle viel schwächere secundäre Strahlen liefern, als unter sonst gleichen Verhältnissen das Holz oder Leder. Überhaupt scheint es mir unwahrscheinlich, dass die Röntgenstrahlen irgend einer Reflexion unterworfen wären und die mit Metallspiegeln gefundene scheinbare diffuse Reflexion ist voraussichtlich nur dem zuzuschreiben, dass die von *X*-Strahlen getroffenen Metallspiegel zu neuen Röntgenstrahlen-Quellen wurden.

Da man eine Brechung oder Interferenz der Röntgenstrahlen bisher, trotz aller darauf verwendeten Mühe, nicht unzweifelhaft constatiren konnte und da auch die secundären Strahlen durch Beugung schwerlich erklärt werden können, so gewinnt die von Prof. SCHULLER aufgestellte Erklärung der Röntgenstrahlen * immer

* Zur Deutung der Röntgen'schen Strahlen. Math. u. Naturwiss. Berichte aus Ungarn XIV. p. 63.

mehr an Wahrscheinlichkeit; mit der von ihm aufgestellten Hypothese, «dass die Röntgenstrahlen auf momentanen elektrischen Erschütterungen beruhen, welche durch Influenz auf die Moleküle der Umgebung übertragen werden und in denselben der materiellen Beschaffenheit entsprechende Eigenschwingungen veranlassen», kann man auch das Zustandekommen der secundären *X*-Strahlen leicht erklären.

3.

ÜBER DIE EINWIRKUNG VON CONCENTRIERTER SCHWEFELSÄURE AUF DIE CHLOROFORMLÖSUNG DES CHOLESTERINS.

Von LEO LIEBERMANN und BÉLA v. BITTÓ.

Vorgelegt der ung. Akademie in der Sitzung vom 22. November 1897.

Aus «Mathematikai és Természettudományi Értesitö» (Math. u. naturwiss. Berichte) XV. Band, pp. 371—380.

Mittheilung a. d. Laboratorium der k. ung. chemischen Reichsanstalt.

Die durch eine von uns gemachte Beobachtung, dass die gelb gefärbte Lösung, welche beim Zusammenschütteln einer verdünnten Chloroformlösung des Cholesterins mit concentrirter Schwefelsäure entsteht, nach Verlauf einiger Zeit, im Spectrum bei F (Na=159) zwischen 19·5—21 einen breiten Absorptionsstreifen zeigt,* welcher dem des Vitellorubins entspricht **, liess es uns möglich erscheinen, dass zwischen dem Cholesterin und dem erwähnten Dotterpigmente irgend ein Zusammenhang besteht, was durch die Beobachtung Maly's unterstützt wird, dass das Vitellorubin weder Eisen-, noch Stickstoff enthält, sonach anderen Ursprungs sein muss, als die anderen, im thierischen Organismus vorkommenden Farbstoffe, mit Ausnahme der sogenannten Lipochrome. Diese finden sich in den gefärbten Fetten und im Corpus luteum gewöhnlich als Begleiter des Cholesterins, eine Ursache mehr, an einen solchen möglichen Zusammenhang zu denken.

---

* Mathem.-naturw. Ber. a. Ungarn VIII. p. 342.

** Über Dotterpigmente: Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissenschaften in Wien. LXXXIII. II. Abth. Mai.

Die im Folgenden mitgetheilten Versuche, die wir zu dem Zwecke unternommen haben, ähnliche Farbstoffe zu isoliren, haben zwar die Frage weder in der einen, noch in der anderen Richtung entschieden, haben aber doch zu einer näheren Kenntniss der bekannten Reaction auf Cholesterin und der dabei entstehenden Körper geführt.

Das Hauptergebniss unserer Versuche besteht darin, dass bei der erwähnten Reaction eine ganze Reihe Chlor und Schwefel enthaltender Verbindungen entsteht; ihre Molecüle sind so gross, dass sie zweifelsohne aus mehreren Molecülen Cholesterin entstehen mussten.

Bei unseren ersten Versuchen liessen wir die Einwirkung der concentrirten Schwefelsäure auf die Chloroformlösung des Cholesterins bei Zimmertemperatur vor sich gehen, wobei es schien, als ob die entstehenden Farbstoffe in reichlicher Menge zu erhalten wären; immer resultirten nämlich beim Verdampfen des Chloroformes reichlich farbstoffhältige Rückstände. Zum Verarbeiten hielten wir besonders jene Lösung für die geeigneteste, die durch die olivengrüne Farbe charakterisirt ist, und dann entsteht, wenn die mit Schwefelsäure geschüttelte Chloroformlösung des Cholesterins, nachdem sie vorübergehend eine gelbe, orange, violettbraune und braune Farbe angenommen hatte, einige Zeit sich selbst überlassen bleibt.*

Bei näherer Untersuchung wurden wir klar darüber, dass die Verdampfungsrückstände zum grössten Theil aus unverändertem, von einer mit ausserordentlichem Färbevermögen ausgestatteten Substanz eingehülltem Cholesterin besteht. Es gelang nicht, diesen Farbstoff vom Cholesterin zu trennen.

Der Grund, weshalb die auf obige Weise durchgeführte Reaction unvollständig ist, liegt darin, dass die Chloroformlösung sich mit concentrirter Schwefelsäure nicht mischt, und die Einwirkung also auch beim Schütteln stets nur an der Berührungsfläche beider Flüssigkeiten stattfindet; auch sehr häufiges Schütteln hatte keine beträchtliche Beschleunigung der Einwirkung zur

* Zu bemerken wäre, dass alle hier erwähnten Farbennuancen von gelben Fluorescenzerscheinungen begleitet sind.

Folge. Da wir die Absicht hatten speciell die Wirkung concentrirter Schwefelsäure auf die *Lösung von Cholesterin in Chloroform* zu studiren, mussten wir darauf verzichten, statt Chloroform ein anderes Lösungsmittel, z. B. Eisessig, zu verwenden. Die Einwirkung concentrirter Schwefelsäure auf eine Lösung von Cholesterin in Eisessig wird aber vielleicht Gegenstand einer anderen Mittheilung werden.

Um die Beendigung der Reaction zu beschleunigen, haben wir die Flüssigkeit erwärmt, trotzdem wir im Klaren waren, dass hiebei auch solche Producte entstehen können, deren Bildung dann hintanzuhalten gewesen wäre, wenn wir bei Zimmertemperatur gearbeitet hätten.

10 gr. auf gewöhnliche Weise gereinigtes Cholesterin wurden in 150—200 gr. Chloroform gelöst und mit 20—25 cm^3 concentrirter Schwefelsäure versetzt, hierauf aber bei Siedetemperatur des Chloroforms am Rückflusskühler so lange erhitzt, bis die Reaction, dem äusseren Anscheine nach zu schliessen, als beendet betrachtet werden konnte.

Dies war bei täglich 10—12stündigem Erhitzen, nach Verlauf von 12—14 Tagen erreicht. Das Ende der Reaction erkannten wir daran, dass sowohl die besonders am Beginn äusserst heftige Entwicklung von schwefliger Säure und Kohlensäure fast ganz, und auch die gegen Ende der Reaction wahrzunehmende Phosgenentwicklung aufhörte.

Nach Beendigung der Reaction wurde die aus zwei Schichten bestehende Flüssigkeit mittelst des Scheidetrichters getrennt. Im Chloroform war ein brauner Körper suspendirt, so dass die Chloroformlösung, die Schwefelsäurelösung und der in der ersteren suspendirte braune Körper für sich untersucht werden konnte.

I. Die Chloroformlösung.

Die durch Schütteln mit Wasser von der anhaftenden Schwefelsäure und von den vollständig unlöslichen Substanzen befreite Chloroformlösung lässt nach dem Verdunsten des letzteren eine olivengrüne Masse zurück. Weitaus der grössere Theil dieser Masse löst sich in kaltem Alkohol auf; beim Verdunsten des

Alkohols bleibt ein dunkler Farbstoff zurück. Ein geringer Theil des Rückstandes der Chloroformlösung ist in heissem Alkohol aufzunehmen, der Rest hingegen ist weder in heissem, noch in kaltem Alkohol löslich, dagegen aber in Chloroform.

a) Untersuchung des in kaltem Alkohol löslichen Theiles.

Die nach dem Verdampfen des Alkoholes zurückbleibende amorphe Masse ist grünlich-braun, löslich in Aether, Petroleumäther und besonders in Chloroform, unlöslich dagegen in Laugen und verdünnten Säuren; heisser Essig nimmt die Substanz leicht auf, die auch nach dem Erkalten in Lösung bleibt, indess mit viel Wasser aus der Lösung in Form eines weissen, flockigen, nicht filtrirbaren Niederschlages abzuscheiden ist; die Eisessiglösung, aus der die Substanz mit viel Wasser abgeschieden wurde, gibt mit Chloroform ausgeschüttelt an dieses alles ab. Diese Substanz löst sich in concentrirter Schwefelsäure, die Schwefelsäurelösung wird beim Erwärmen, besonders an den Rändern des Gefässes schön violett, doch ist die Farbe unbeständig und nimmt alsbald einen schmutzig-grünen Ton an. Durch Einwirkung oxydirender, resp. reducirender Agentien konnte weder eine Farbenveränderung hervorgerufen, noch aber die Veränderung ihres spectroskopischen Verhaltens beobachtet werden.

Es gelang nicht die Substanz in verschiedene Verbindungen zu zerlegen. Bei der Analyse stellte es sich heraus, dass sie Schwefel und Chlor enthält.

Analyse:

	I.	II.	III.	IV.
	gefunden:			
C =	72·11%	72·07%	—	—
H =	9·24%	9·54%	—	—
S =	—	—	8·43%	—
Cl =	—	—	—	4·56%
O =	—	—	—	—

	gefundene Mittelzahlen:	berechnet für $C_{44}H_{72}S_2ClO_5$
C =	72·09%	71·54%
H =	9·39%	9·33%
S =	8·43%	8·30%
Cl =	4·56%	4·60%
O =	5·53% (Diff.)	6·22%

Im Ganzen dürften beiläufig 6% des in Arbeit genommenen Cholesterins in obige Substanz übergegangen sein.

b) Untersuchung des in heissem Alkohol löslichen Theiles.

Die Menge dieser Fraction beträgt nur 1·8% vom Gewichte des in Arbeit genommenen Cholesterins, weshalb auch ihre nähere Untersuchung unmöglich war und wir uns begnügen mussten, nachzuweisen, dass die lichtbraune amorphe Masse in Chloroform und Aether leicht, in Alkalien und Säuren aber nicht löslich ist. Ihre Lösung absorbirt den blauen und violetten Theil des Spectrums, zeigt aber keine Bänder.

c) Untersuchung des in Alkohol unlöslichen Theiles.

Dieser Theil der Reactionsproducte bildet die Hauptmenge derselben, wir erhielten nämlich hievon ungefähr 14%.

Bezüglich seiner Eigenschaften ist zu erwähnen, dass dieser Theil, abgesehen von seiner Unlöslichkeit in Alkohol, der in kaltem Alkohol löslichen Substanz sehr ähnlich ist.

Analyse:

	I.	II.	III.	IV.
		gefunden:		
C =	78·61%	79·08%	—	—
H =	9·46%	9·27%	—	—
S =	—	—	4·72%	—
Cl =	—	—	—	4·31%
O =	—	—	—	—

	gefundene Mittelzahlen:	berechnet für $C_{54}H_{78}SClO_2$
C =	78·85%	78·49%
H =	9·36%	9·44%
S =	4·72%	3·87%
Cl =	4·30%	4·30%
O =	2·77% (Diff.)	3·87%

II. Untersuchung des vollständig unlöslichen Theiles.

Dieser Theil wurde durch Filtriren der Chloroformlösung isolirt; die Substanz zeigt sich auch den stärksten chemischen Agentien gegenüber sehr resistent, ja selbst beim Zusammenschmelzen mit Kalihydrat in der Silberschale, wird sie dem Anscheine nach nur unbedeutend angegriffen, doch ist der Eingriff hiebei tiefer, nachdem das Ausscheiden eines Theiles des Schwefels wahrgenommen werden kann und die Bildung geringer Mengen einer Substanz zu beobachten ist, welche mit jener Verbindung viel Aehnlichkeit hat, die aus der Schwefelsäurelösung, in Form seines Natronsalzes abgeschieden wurde. (S. weiter unten.)

Bei Einwirkung von Schwefelsäure auf eine Chloroformlösung des Cholesterins entsteht dieses Product in grosser Menge, wir konnten hievon beiläufig 60% gewinnen.

Analyse:

	I.	II.	III.	IV.
		gefunden		
C =	61·39%	61·15%	—	—
H =	3·20%	3·01%	—	—
S =	—	—	11·46%	—
Cl =	—	—	—	4·38%
O =	—	—	—	—

	gefundene Mittelzahlen:	berechnet für $C_{42}H_{26}S_3ClO_{10}$
C =	61·27%	61·35%
H =	3·10%	3·16%
S =	11·46%	11·68%
Cl =	4·38%	4·32%
O =	19·79% (Diff.)	19·47%

III. Untersuchung der Schwefelsäurelösung.

Die in Schwefelsäure gelöste und diese dunkel färbende Substanz scheidet sich beim Verdünnen mit Wasser, resp. beim Eingiessen der Lösung in Wasser, in Form eines dunkelbraunen Niederschlages ab. Der Niederschlag ist in säurehältigem Wasser unlöslich, leicht löslich dagegen in Wasser wie in Alkohol, in welchem Verhalten auch der Grund zu suchen ist, weshalb die Substanz von der anhaftenden Schwefelsäure durch Wasser oder Alkohol nicht befreit werden kann. Die Reinigung wurde deshalb in der Weise bewerkstelligt, dass mit 10—15%iger Salzsäure bis zur Entfernung des grössten Theiles der Schwefelsäure gewaschen wurde; diesem folgte ein Waschen (mit Wasser) bis zur beginnenden Lösung, nachdem die Substanz — wie erwähnt — in säurehältigem Wasser unlöslich ist, zeigte ihre beginnende Lösung in reinem Wasser an, dass der grösste Theil der Säure davon entfernt ist.

Der erste Theil der gefärbten wässerigen Lösungen wurde nicht verarbeitet, bloss die späteren Fractionen, u. zw. solcher Art, dass die Lösungen, behufs Entfernung der darin eventuell zurückgebliebenen letzten Spuren von Salzsäure vollständig eingetrocknet wurde. Die eingetrocknete Substanz ist amorph, besitzt Säurecharakter, ist leicht löslich in Wasser und Alkohol, ziemlich leicht in Eisessig, unlöslich in Chloroform und Aether; besitzt intensives Färbevermögen und zeigt in Lösung kein characteristisches Spectrum.

Analyse:

	gefunden	berechnet für $C_{24}H_{27}SClO_3$
C =	66·45%	66·89%
H =	5·48%	6·27%

Trotzdem die Daten dieser Analyse mit jenen Zahlen nicht ganz übereinstimmen, die sich für obige Formel berechnen, ist die Annahme letzterer durch die Zusammensetzung jener Verbindung doch gerechtfertigt, welche wir erhielten, als wir die aus der Schwefelsäurelösung mit Wasser ausgeschiedene Substanz gelegentlich mit Soda kochten. Die auf diese Weise gewonnene Lösung

mit Salzsäure angesäuert, gibt einen Niederschlag, der seinen Eigenschaften nach zu schliessen, ein saures Natronsalz darstellt.

Das Salz, welches mit Wasser gewaschen und so gereinigt wurde, wie oben bei Darstellung der freien Säure erwähnt, bildet eine bräunliche amorphe Masse, die in Wasser mit brauner Farbe in Lösung geht und grosses Färbevermögen besitzt. Die wässerige Lösung reagirt sauer; ihre Asche besteht aus schwefelsaurem Natron.

Analyse:

	I.	II.	III.	IV.	V.
			gefunden		
C =	50·92%	50·20%	51·33%	—	—
H =	4·84%	4·61%	4·70%	—	—
S =	—	—	—	11·30%	—
Cl =	—	—	—	—	6·67
Na =	9·37%	8·27%	8·17%	—	—
O =	—	—	—	—	—
SO_3 (aus der Asche) =	16·36%	16·01%	13·53%	—	—

Gesammte SO_3 (berechn. aus d. S-Rest. unter IV): 28·24%

	gefundene Mittelzahlen:	berechnet für $C_{24}H_{37}SClO_3Na_2SO_3$
C =	51·12%	51·75%
H =	4·77%	4·85%
S =	11·30%	11·30%
Cl =	6·67%	6·67%
Na =	8·60%	8·26%
O =	17·54% (Diff.)	17·25%

Wir halten diese Substanz, wenigstens vorderhand, für eine Doppelverbindung, bestehend aus freier Säure und schwefligsaurem Natron; tritt doch, wie oben erwähnt, bei der Einwirkung von Schwefelsäure auf eine Chloroformlösung des Cholesterins freie schweflige Säure auf.

Die Menge des in der Schwefelsäurelösung befindlichen Umwandlungsproductes beträgt ungefähr 10% vom Gewichte des in Arbeit genommenen Cholesterins.

Von der im Wasser löslichen Substanz können beiläufig 7% der angewendeten Menge Cholesterins auch so erhalten werden, wenn die früher erwähnte vollständig unlösliche Verbindung längere Zeit mit Chloroform und Schwefelsäure erhitzt wird.

Behufs Aufklärung des Reactionsverlaufes wurden einige Versuche angestellt, wobei wir die concentrirte Schwefelsäure bei Zimmertemperatur unter fortwährendem Schütteln auf die Chloroformlösung des Cholesterins einwirken liessen. Das Ergebniss der Versuche besteht darin, dass auf diesem Wege eine Substanz — wenn auch nur in geringer Menge — zu gewinnen ist, welche der früher erwähnten, wenigstens den Reactionen nach zu urtheilen, ähnlich ist, ein Natronsalz gibt, Chlor und Schwefel enthält und saure Reaction zeigt.

Aus der Chloroformlösung konnte ebenfalls sehr wenig, eine in kaltem und eine in heissem Alkohol lösliche, wie eine in Alkohol unlösliche, jedoch in Chloroform lösliche Substanz erhalten werden, ihre Menge macht 9/10tel vom Ganzen aus. Der absolut unlösliche Theil fehlt hier fast ganz, woraus hervorgeht, dass dieser nur bei weiterer Einwirkung der Schwefelsäure und in der Wärme entsteht.

Da uns leider nur sehr wenig von den einzelnen Producten zur Verfügung stand, mussten wir uns auf die Vornahme qualitativer Prüfungen beschränken.

Zur Gewinnung einer Uebersicht und Erleichterung des Vergleiches folgen hier in einer Tabelle die wahrscheinlichen Formeln der gewonnenen Producte, wie die des Cholesterins mit den entsprechenden Analysenzahlen, sowie berechneten Werthen.

Wir sind der Ansicht, dass der aus der Chloroformlösung des Cholesterins gewonnene, in Alkohol unlösliche Theil zu den ersten Producten der Einwirkung der Schwefelsäure gehört, diesem folgt der in kaltem Alkohol lösliche, dann der unlösliche Theil. Als Endproduct der Reaction fassen wir jenen säureartigen Körper auf, der aus der concentrirten Schwefelsäure abgeschieden werden kann, wofür auch der Umstand spricht, dass die in Chloroform löslichen Körper, gleich dem vollständig unlöslichen, in die wasserlösliche Verbindung überführt werden können.

	Cholesterin $C_{26}H_{44}O$	$C_{54}H_{78}SClO_2$ in Alkohol unlöslich		$C_{46}H_{72}SClO_2$ In kaltem Alkohol löslich		$C_{42}H_{26}S_2ClO_{10}$ Vollständig unlöslich		$C_{24}H_{27}S$ in Wa lösli	
	berechnet %	gefunden %	berechnet %	gefunden %	berechnet %	gefunden %	berechnet %	gefunden %	b
C	83·37	78·85	78·49	72·09	71·54	61·27	61·35	66·45	
H	11·83	9·36	9·44	9·39	9·33	3·10	3·16	5·48	
O	4·30	2·77	3·87	5·53	6·22	19·79	19·47	—	1
S	—	4·72	3·87	8·43	8·30	11·46	11·68	—	
Cl	—	4·30	4·30	4·56	4·60	4·38	4·32	—	

4.

DIE ALGEBRAISCHEN GRUNDLAGEN DER ANWENDUNGEN DES FOURIER'SCHEN PRINCIPES IN DER MECHANIK.

Von Prof. JULIUS FARKAS an d. Univ. Klausenburg.

Aus «Mathematikai és Physikai Lapok» (Math. u. Physikalisches Journal) Band V, pp. 49—54.

I. Grundsatz der multiplicatorischen Methode.

Ist bei jeder Auflösung des Systems

$$\begin{aligned} &A_{11}u_1+A_{12}u_2+\cdots+A_{1n}u_n\equiv\theta_1\geqq 0\\ &A_{21}u_1+A_{22}u_2+\cdots+A_{2n}u_n\equiv\theta_2\geqq 0 \qquad (1)\\ &\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots, \end{aligned}$$

$$A_1u_1+A_2u_2+\cdots+A_nu_n\equiv\vartheta<0, \qquad (2)$$

dann gibt es solche nicht negative Multiplicatoren λ, *dass*

$$\vartheta\equiv\lambda_1\theta_1+\lambda_2\theta_2+\cdots \qquad (3)_1$$

oder ausführlicher geschrieben

$$\begin{aligned} A_1&=\lambda_1A_{11}+\lambda_2A_{21}+\cdots\\ &\cdots\cdots\cdots\cdots \qquad (3)_2\\ A_n&=\lambda_1A_{1n}+\lambda_2A_{2n}+\cdots. \end{aligned}$$

Der Beweis, den ich schon früher * mittheilte, enthält einige Hilfssätze ohne Beweis, und ist davon abgesehen auch schwerfällig.

Gegenwärtig will ich einen einfachen Beweis davon bringen, und wenn er auch nicht kürzer ist wie der frühere, so findet dies

* Math. und Naturw. Berichte aus Ungarn; XII. Bd. 1895.

darin die Erklärung, dass ich dabei drei dazu gehörige Hilfssätze begründe.

Könnte die Anzahl der von einander unabhängigen Ungleichheiten nicht grösser sein, wie die Anzahl der Variablen u, dann könnte der Beweis sehr kurz geführt werden. Sobald aber die Anzahl der Variablen grösser ist als 2, so kann die Anzahl der von einander unabhängigen Ungleichheiten beliebig sein, wie ich dies an der citirten Stelle bewiesen habe.

1. Hilfssatz.

Besteht der Hauptsatz $(3)_1$ *des Gleichungs-Systemes* (1), *dann besteht auch Folgendes:*

Vorausgesetzt, dass im Systeme (1) *solche linke Seiten vorhanden sind, welche nur* $= 0$ *sein können, dann gibt es auch solche nicht negative und auch nicht lauter verschwindende Werthe* λ, *die ich mit* $\lambda'_1, \lambda'_2, \ldots$ *bezeichne, damit in* $(3)_2$ *jede rechte Seite* $= 0$ *sei.*

Setzen wir voraus, dass in (1) die erste linke Seite (θ_1) nur $=0$ sein kann, dann kann man sagen, dass bei jeder Lösung von (1) $-\theta_1 \geqq 0$, denn dies sagt nur, dass θ nicht $>$ als 0 ist. Nachdem folglich bei jeder Lösung von (1)

$$-A_{11}u_1 - A_{12}u_2 - \cdots - A_{1n}u_n \equiv -\theta \geqq 0,$$

wenn unser Hauptsatz von (1) besteht, so gibt es solche nicht negative Werthe λ, dass

$$\begin{aligned} -A_{11} &= \lambda_1 A_{11} + \lambda_2 A_{21} + \cdots \\ &\cdots\cdots\cdots\cdots \\ -A_{1n} &= \lambda_1 A_{1n} + \lambda_2 A_{2n} + \cdots, \end{aligned}$$

also werden der ausgesprochenen Behauptung

$$\lambda'_1 = \lambda_1 + 1, \quad \lambda'_2 = \lambda_2, \quad \lambda'_3 = \lambda_3$$

entsprechen.

Daraus folgt auch, dass *wenn unser Hauptsatz von* (1) *besteht, und es nicht solche nicht negative und nicht lauter verschwindende Werthe* λ *gibt, durch welche die rechten Seiten von* $(3)_2$

verschwinden, es auch nicht in (1) *solche linke Seiten gibt, welche dort nur* $=0$ *sein können.*

2. Hilfssatz.

Gibt es in (1) *keine solche linke Seite, welche dort nur* $=0$ *sein kann, dann gibt es ein derartiges System der Werthe* u*, für welches jede linke Seite in* (1) >0.

Ist nämlich in (1) kein einziges θ, welches dort nur $=0$ sein kann, dann gibt es ein System von Werthen $u_1' \ldots u_n'$ der Variablen u, für welches $\theta_1>0$, ein zweites System von Werthen $u_1'', \ldots, u_n''$ der Variablen u, für welches $\theta_2>0$, u. s. w. Folgendes System von Werthen der Variablen u

$$\begin{aligned} u_1 &= u_1' + u_1'' + \cdots \\ u_2 &= u_2' + u_2'' + \cdots \\ &\cdots\cdots \\ u_n &= u_n' + u_n'' + \cdots \end{aligned}$$

genügt, wie leicht ersichtlich ebenfalls (1), aber in diesem Systeme ist jedes $\theta>0$.

3. Hilfssatz.

Transformiren wir (1) mit

$$\left.\begin{aligned} v_1 &= a_{11}u_1 + a_{21}u_2 + \cdots + a_{n1}u_n \\ &\cdots\cdots\cdots\cdots \\ v_n &= a_{1n}u_1 + a_{2n}u_2 + \cdots + a_{nn}u_n \end{aligned}\right\} \quad (4)$$

von welchem System wir voraussetzen, dass seine Determinante nicht verschwindet, und daher für die Grössen u, als Functionen der Grössen v, nur ein Ausdrucks-System folgt.

Es sei das Resultat der Transformation

$$\left.\begin{aligned} B_{11}v_1 + B_{12}v_2 + \cdots + B_{1n}v_n &\equiv \theta_1 \geqq 0 \\ B_{21}v_1 + B_{22}v_2 + \cdots + B_{2n}v_n &\equiv \theta_2 \geqq 0 \\ \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots & \end{aligned}\right\} \quad (1)'$$

Ferner soll (2), durch (4), als bei jeder Lösung von (1)' erfüllter Ausdruck übergehen in:

$$B_1v_1 + B_2v_2 + \cdots + B_nv_n \equiv \vartheta \geqq 0. \quad (2)'$$

Besteht für (1)′ *und* (2)′ *unser Hauptsatz, d. h. gibt es solche nicht negative Werthe von* λ, *dass*

$$\vartheta \equiv \lambda_1\theta_1+\lambda_2\theta_2+\cdots \qquad (3)'_1$$

oder ausführlicher geschrieben

$$\left.\begin{aligned} B_1 &= \lambda_1 B_{11}+\lambda_2 B_{21}+\cdots \\ &\cdots\cdots\cdots \\ B_n &+\lambda_1 B_{1n}+\lambda_2 B_{2n}+\cdots \end{aligned}\right\} \qquad (3)'_2$$

dann besteht derselbe auch für (1) *und* (2) *u. zw. für dieselben Werthe von* λ.

Da nämlich die Determinante von (4) nicht verschwindet, so bestehen nothwendiger Weise die Beziehungen:

$$\begin{aligned} A_{1i} &= a_{i1}B_{11}+a_{i2}B_{12}+\cdots+a_{in}B_{1n} \\ A_{2i} &= a_{i1}B_{21}+a_{i2}B_{22}+\cdots+a_{in}B_{2n} \\ &\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots, \end{aligned}$$

ferner

$$A_i = a_{i1}B_1+a_{i2}B_2+\cdots+a_{in}B_n.$$

Multiplicirt man die einzelnen Gleichungen in $(3)'_2$ mit den Coëfficienten a_{i1}, bezw. $a_{i2}, \ldots, a_{in}$, und addiert dieselben, so erhält man den i-ten Ausdruck in $(3)_2$.

4. Der Beweis.

Ich setze voraus, dass die Richtigkeit unseres Hauptsatzes für die Anzahl $n-1$ *der Variablen* (u) *schon bewiesen ist,* und beweise, dass bei dieser Voraussetzung der Satz auch bei der Anzahl n derselben richtig ist. Die beim Beweise benützten Folgerungen sind derartig, dass sie auch dann richtig sind, wenn die Zahl $n-1$ die möglichst kleinste, d. h. $=1$ ist, für welchen Fall unser Hauptsatz unmittelbar ersichtlich ist.

Ferner sind diese Folgerungen richtig, wie gross immer die Anzahl der in (1) vorkommenden von einander unabhängigen Ausdrücke; sie gelten auch dann, wenn diese Zahl grösser ist, wie die Anzahl der Variablen u.

Ich benütze folgende Transformation:

$$v_1=\vartheta\equiv A_1u_1+A_2u_2+\cdots+A_nu_n$$
$$v_2=u_2,\ v_3=u_3,\ \ldots,\ v_n=u_n,$$

von welcher ich voraussetze, dass darin $A_1\gtrless 0$, (die Indices kann man stets derart wählen). Die Determinante dieses Systemes ist $=A_1$, also verschwindet sie nicht, daher genügt es den Beweis für den damit transformirten System zu führen. (3. Hilfssatz.)

Nach der Transformation lautet der zu beweisende Satz: *Ist bei jeder Lösung des Systemes*

$$\left.\begin{aligned} B_{11}v_1+B_{12}v_2+\cdots+B_{1n}v_n\equiv\theta_1\geqq 0\\ B_{21}v_1+B_{22}v_2+\cdots+B_{2n}v_n\equiv\theta_2\geqq 0\\ \cdots\cdots\cdots\cdots\end{aligned}\right\} \quad (\mathrm{I})$$
$$v_1\equiv\vartheta\geqq 0 \quad (\mathrm{II})$$

dann gibt es solche nicht negative Multiplicatoren λ, dass

$$v_1\equiv\lambda_1\theta_1+\lambda_2\theta_2+\cdots \quad (\mathrm{III})_1$$

d. h. ausführlicher geschrieben

$$\left.\begin{aligned} 1&=\lambda_1B_{11}+\lambda_2B_{21}+\cdots\\ 0&=\lambda_1B_{12}+\lambda_2B_{22}+\cdots\\ &\cdots\cdots\cdots\\ 0&=\lambda_1B_{1n}+\lambda_2B_{2n}+\cdots\end{aligned}\right\} \quad (\mathrm{III})_2$$

Nothwendiger Weise hat v_1 in (I) einen positiven Coëfficienten, sonst könnte $v_1<0$ sein. Schreiben wir für einen Moment das System (I) wie folgt:

$$-v_1+p_1\geqq 0,\quad -v_1+p_2\geqq 0,\ \ldots \quad (a)$$
$$\left.\begin{aligned} 0+q_1\geqq 0,\quad 0+q_2\geqq 0,\ \ldots\\ v_1+r_1\geqq 0,\quad v_1+r_2\geqq 0,\ \ldots\end{aligned}\right\} \quad (b)$$

wo die erste Zeile jene Relationen repräsentirt, in welchen der Coëfficient von v_1 negativ ist, die zweite Zeile jene, in welcher keine v_1 vorkommen, die dritte Zeile jene, in welcher der Coëfficient von v_1 positiv ist. Aus der ersten und dritten Zeile folgt

$$\left.\begin{aligned} r_1+p_1\geqq 0,\quad r_1+p_2\geqq 0,\ \ldots\\ r_2+p_1\geqq 0,\quad r_2+p_2\geqq 0,\ \ldots\\ \cdots\cdots\cdots\end{aligned}\right\} \quad (c)$$

Diese Relationen kann man, wie ersichtlich, dem (a) und (b) bezw. dem (I) beifügen.

Ich behaupte, dass schon bei jeder Lösung von (b) und (c) $v_1 \geqq 0$ ist. Könnte nämlich bei irgend einer Lösung von (b) und (c) $v_1 < 0$ sein, so wäre dies zugleich in (a) möglich; denn ist jetzt der kleinste Werth von r gleich r_1, dann könnte nach (b) $v_1 = -r_1$ sein, folglich wäre nach der ersten Zeile von (c), (a) erfüllt.

Von nun an wollen wir (I) mit dem System (c) ergänzt denken, welches in (I) implicite enthalten ist. Wählen wir jetzt aus (I) jene θ, in welchen der Coëfficient von $v_1 \geqq 0$ ist, und es seien diese linken Theile $\theta : \theta_k, \theta_{k+1} \ldots$ Wir sahen eben dass:

$$\left.\begin{array}{r} B_{k1} v_1 + B_{k2} v_2 + \cdots + B_{kn} v_n \equiv \theta_k \geqq 0 \\ B_{k+1,1} v_1 + B_{k+1,2} v_2 + \cdots + B_{k+1,n} v_n \equiv \theta_{k+1} \geqq 0 \\ \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \end{array}\right\} \qquad (\mathrm{I})'$$

$$v_1 \equiv \vartheta \geqq 0. \qquad (\mathrm{II})'$$

Nach diesem muss ich beweisen, dass nachdem in jeder Lösung des von (I) ausgeschiedenen Systemes (I)′ die Ungleichheit (II) stattfindet, man auch schon zu diesem partialen Systeme (I)′ solche nicht negative Multiplicatoren λ zuordnen könne, welche unseren beweisenden Satz erfüllen, d. h. für welche

$$v_1 = \lambda_k \theta_k + \lambda_{k+1} \theta_{k+1} + \cdots \qquad (\mathrm{III})'_1$$

oder ausführlicher geschrieben

$$1 = \lambda_k B_{k1} + \lambda_{k+1} B_{k+1,1} + \cdots \qquad (a)$$

$$\left.\begin{array}{l} 0 = \lambda_k B_{k2} + \lambda_{k+1} B_{k+1,2} + \cdots \\ \cdots\cdots\cdots\cdots \\ 0 = \lambda_k B_{kn} + \lambda_{k+1} B_{k+1,n} + \cdots \end{array}\right\} \quad (\mathrm{III})'_2 \qquad (b)$$

Hier in (a) ist jedes $B > 0$, da diese in (I)′ die Coëfficienten sind von v_1. Gibt es also solche nicht negative und nicht lauter verschwindende Werthe für λ in (a), welche (b) erfüllen, so werden diese mit gewissen positiven Zahlen multiplicirt, das ganze System (III)′$_2$ befriedigen.

Wir haben nun noch die Frage zu entscheiden, ob (*b*) befriedigt werden kann mit nicht negativen und nicht lauter verschwindenden Werthen von jener λ? Ich behaupte, dass dies möglichist. Setzen wir nämlich das Gegentheil voraus. Dann könnte $v_1 < 0$ sein, denn in dem Systeme mit $n-1$ Variablen, welches wir aus (I)' durch Fortlassung der mit v_1 versehenen Glieder erhalten, nämlich:

$$\begin{aligned} &B_{k2} \quad v_2 + \cdots + B_{kn} \quad v_n \geqq 0, \\ &B_{k+1,2} v_2 + \cdots + B_{k+1,n} v_n \geqq 0, \qquad (\star) \\ &\cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \end{aligned}$$

könnte jede linke Seite von Null verschieden, d. h. > 0 sein. (1. Hilfssatz für den Fall von $n-1$ Variablen!), also könnten alle zu gleicher Zeit > 0 sein (2. Hilfssatz!), aber in diesem Falle könnte im vollständigen Systeme (I)', d. h. in dem Systeme, welches durch Wiedereinsetzung von v_1 entsteht, $v_1 < 0$ gesetzt werden; wogegen in $(\star)$ wenigstens *eine* von v_1 befreite linke Seite immer verschwinden muss.

5. *Folgesatz.*

Enthält (1) ausser den gegebenen homogenen linearen Ungleichheiten noch ganze homogene lineare Gleichungen, dann ändert sich der Hauptsatz in folgender Weise: *zu den Gleichungen kann man solche Multiplicatoren und zu den Ungleichheiten solche nicht negative Multiplicatoren zuordnen, dass dann die Summe der linken Seiten mit der linken Seite der consecutiven Ungleichheit* (2), *(welche nämlich bei jeder Lösung des Systemes befriedigt wird) übereinstimme.*

Um dies einzusehen, haben wir nur die Gleichungen mit zwei entgegengesetzten Ungleichheiten auszudrücken, dann den ursprünglichen Hauptsatz anzuwenden, wie ich dies in der citirten Mittheilung gezeigt habe.

Angewendet auf das Fourier'sche Princip, entsprechen: das gegebene System, dem Systeme der virtuellen Zwangs-Ausdrücke; die consecutive Ungleichheit (2), dem analytischen Ausdrucke des Principes, nach welchem die virtuelle Arbeit der Zwangs-Kräfte nicht negativ sein kann. Die multiplicatorischen Relationen der Coëffi-

cienten geben die bestimmten Gleichungen und Ungleichheiten des mechanischen Zustandes; jene erhält man durch Elimination sämmtlicher Multiplicatoren, diese aber durch eine solche Elimination der Gleichungs-Multiplicatoren, nach welcher nicht negative Multiplicatoren in den Resultaten übrig bleiben.

Letztere ergänzen im Gleichgewicht jene Ruhezustands-Bedingungen, welche in den Gleichungen enthalten sind; hingegen bei Bewegung geben sie die Bedingung der durch die Gleichungen bestimmten Bewegung, d. h. die Bedingung, unter welcher die Bewegung fortwährend dem angenommenen Zwange entsprechend stattfindet. Der angenommene Zwang bleibt nur so lange in Wirksamkeit, bis diese Ungleichheiten befriedigt werden können.

Wenn wir eine, oder eine Classe, der im angenommenen Zwange möglichen Bewegungen fordern, dann reihen sich die Ungleichheiten ebenso wie im Ruhezustande der Gleichheits-Bedingungen unseres Postulates an, als ihre Ergänzungen.

II. Grundsatz der parametrischen Methode.

Es sei folgendes System:

$$\begin{aligned}
&A_{11}u_1+A_{12}u_2+\cdots+A_{1n}u_n=0\\
&A_{21}u_1+A_{22}u_2+\cdots+A_{2n}u_n=0\\
&\cdots\cdots\cdots\cdots\\
&A_{i1}u_1+A_{i2}u_2+\cdots+A_{in}u_n=0\\
&B_{11}u_1+B_{12}u_2+\cdots+B_{1n}u_n\geq 0\\
&B_{21}u_1+B_{22}u_2+\cdots+B_{2n}u_n\geq 0\\
&\cdots\cdots\cdots\cdots\\
&\cdots\cdots\cdots\cdots
\end{aligned}\qquad (1)$$

das System von homogenen linearen ganzen Gleichungen und Ungleichheiten der Variablen u, in welchen die Anzahl der von einander unabhängigen Gleichungen kleiner ist, wie die Anzahl der Variablen, also wenn sämmtliche aufgeschriebenen Gleichungen von einander unabhängig sind, $i<n$. Die Anzahl der von einander unabhängigen Ungleichheiten kann beliebig sein.*

* Math. und Naturw. Berichte aus Ungarn: XII. Bd. 1895.

Insoferne wir unter den Variablen u, die Componenten virtueller Verrückungen verstehen wollen, kann dieses System in Bezug auf das Fourier'sche Princip das zusammengehörige System von Zwangsausdrücken bedeuten.

Jetzt wollen wir *die Variablen u in der Weise bestimmen, als homogene lineare ganze Functionen theilweise vollständig beliebiger, theilweise beliebiger, nicht negativer, neuer Grössen, dass durch diese Bestimmung jede unter* (1) *vorhandene Relation und nur diese, oder die aus ihnen folgenden identisch erfüllt sein sollen,* wobei wir stets nur homogene lineare ganze Relationen in Betracht ziehen.

1. Zu diesem Ende schreiben wir das Gleichungssystem auf, und fügen ihm so viele Ungleichheiten des Systems bei, in wie vielen die linken Theile von einander und von den linken Theilen der Gleichungen unabhängig sind, so dass keines dieser linken Theile durch die übrigen, und durch die linken Theile der Gleichungen, als homogene lineare ganze Function ausdrückbar ist. Nehmem wir an, dass in (1) die k ersten aufeinander folgenden Ungleichheiten diese Eigenschaft haben. Der zu betrachtende Theil von (1) wird daher sein:

$$\begin{aligned}
&A_{11}u_1+A_{12}u_2+\cdots+A_{1n}u_n=0\\
&A_{21}u_1+A_{22}u_2+\cdots+A_{2n}u_n=0\\
&\quad\cdots\cdots\cdots\\
&A_{i1}u_1+A_{i2}u_2+\cdots+A_{in}u_n=0\\
&B_{11}u_1+B_{12}u_2+\cdots+B_{1n}u_n\geqq 0\\
&B_{21}u_1+B_{22}u_2+\cdots+B_{2n}u_n\geqq 0\\
&\quad\cdots\cdots\cdots\\
&B_{k1}u_1+B_{k2}u_2+\cdots+B_{kn}u_n\geqq 0
\end{aligned}\qquad (2)$$

Wenn die linken Theile dieser Ungleichheiten mit s_1, s_2, . . ., s_k bezeichnet werden, so kann (2) auch wie folgt geschrieben werden:

$$
\begin{aligned}
&A_{11}u_1+A_{12}u_2+\cdots+A_{1n}u_n=0\\
&A_{21}u_1+A_{22}u_2+\cdots+A_{2n}u_n=0\\
&\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\\
&A_{i1}u_1+A_{i2}u_2+\cdots+A_{in}u_n=0\\
&B_{11}u_1+B_{12}u_2+\cdots+B_{1n}u_n=s_1\\
&B_{21}u_1+B_{22}u_2+\cdots+B_{2n}u_n=s_2\\
&\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\\
&B_{k1}u_1+B_{k2}u_2+\cdots+B_{kn}u_n=s_k\\
&s_1\geqq 0,\ s_2\geqq 0,\ \ldots,\ s_k\geqq 0.
\end{aligned}
\qquad (2)'
$$

Die Anzahl von sämmtlichen von einander unabhängigen linken Theilen kann höchstens n sein, d. h. gleich mit der Anzahl der Variablen. Berechnen wir jetzt ebensoviele u Variablen als homogene lineare ganze Functionen, der übrigen und der s nicht negativen Grössen, wie die Anzahl der von einander unabhängigen linken Theile ist. Die Resultate der Rechnung geben ersichtlicher Weise solche Ausdrücke für die berechneten Variablen u, durch welche (2)', bezw. der Theil (2) des Systemes und nur dieses, oder die sich aus ihnen ergebenden Relationen identisch erfüllbar sind, insofern man die übrigen Quantitäten u als ganz beliebig, die Quantitäten s aber als beliebige, nicht negative betrachtet. Diese übrigen Quantitäten u und die s sind die Parameter der im Systemtheil (2) beuützten parametrischen Ausdrücke.

2. Jetzt harren noch auf Erledigung die vom Systeme (1) zurückgebliebenen Ungleichheiten, u. z. *nur* diese oder auch solche, welche als ihre Folgerungen betrachtet werden können. Nachdem die linken Theile dieser Ungleichheiten von den linken Theilen der übrigen Relationen in (1) nicht unabhängig, sondern ihre homogenen linearen ganzen Functionen sind, so sind sie die homogenen linearen ganzen Functionen der Grössen s, da die linken Theile der Gleichungen verschwinden.

Die zurückgebliebenen und der Erledigung harrenden Relationen können daher wie folgt geschrieben werden:

$$\begin{aligned}
&C_{11}s_1+C_{12}s_2+\cdots+C_{1k}s_k\geqq 0\\
&C_{21}s_1+C_{22}s_2+\cdots+C_{2k}s_k\geqq 0\\
&\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\\
&\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\\
&s_1\geqq 0,\ s_2\geqq 0,\ \ldots,\ s_k\geqq 0
\end{aligned}\qquad(3)$$

und jetzt sind noch die Grössen s als homogene lineare ganze Functionen neuer Variablen in der Weise zu bestimmen, dass dadurch die Ungleichheiten (3) und nur diese oder solche, welche aus ihnen gefolgert werden können, identisch erfüllt sein sollen.

Um unsere Erörterung zu vereinfachen, wollen wir zuerst nur die erste Ungleichheit betrachten, welcher wir die die nicht negativen Eigenschaft der Grössen s behauptenden Ungleichheiten hinzufügen, d. h. wir wollen die Grössen s als neue homogene lineare ganze Functionen in der Weise ausdrücken, dass

$$\begin{aligned}
&C_{11}s_1+C_{12}s_2+\cdots+C_{1k}s_k\geqq 0\\
&s_1\geqq 0,\ s_2\geqq 0,\ \ldots,\ s_k\geqq 0,
\end{aligned}\qquad(4)$$

und dass andere Relationen als diese, oder die aus ihnen folgenden, nicht erfüllbar sein sollen.

3. Wären die Coëfficienten $C_{11}, C_{12}, \ldots, C_{1k}$ alle nicht negativ, so hätten wir mit (4) nichts mehr zu thun, denn dann wären sie durch beliebige, nicht negative Grössen s befriedigt und wir könnten uns mit Hinweglassung der ersten Ungleichheit in (3) zur zweiten wenden, da jene die nothwendige Folge des Systems wäre (2). Aber setzen wir voraus, dass unter den Coëfficienten $C_{11}, C_{12}, \ldots, C_{1k}$ negative vorhanden sind.

Wenn in diesem Falle nur einer von ihnen positiv ist, dann können wir auf leichte Weise zum Ziele gelangen. Es sei nämlich nur C_{11} positiv. Bedeuten in diesem Falle die Grössen $s_2, s_3, \ldots, s_k$ und die neue Grösse r beliebige nicht negative, und bestimmt man dann s_1 in der Weise, dass

$$C_{11}s_1=r-C_{12}s_2-C_{13}s_3-\cdots-C_{1k}s_k,$$

dann sind wir schon beim Ziele, denn dann ist, wie ersichtlich (4) erfüllt und weder mehr noch weniger wie (4).

4. Die Sache ist aber nicht so leicht, wenn unter den Coëf-

ficienten $C_{11}, C_{12}, \ldots, C_{1k}$ mehr als eine positiv ist und zugleich wenigstens eine negativ. Es seien

$$C_{11}=P_1, \quad C_{12}=P_2, \quad \ldots, \quad C_{1,r}=P_r$$

die positiven

$$C_{1,r+1}=-Q_1, \quad C_{1,r+2}=-Q_2, \quad \ldots, \quad C_{1,r+\mu}=-Q_\mu$$

die negativen; die übrigen seien $= 0$. Schreiben wir noch um die Bezeichnungen zu vereinigen

$$\begin{aligned} s_1&=p_1, \quad s_2=p_2, \quad \ldots, \quad s_r=p_r \\ s_{r+1}&=q_1, \quad s_{r+2}=q_2, \quad \ldots, \quad s_{r+\mu}=q_\mu, \end{aligned}$$

wodurch das System (4) die Form

$$P_1p_1+P_2p_2+\cdots+P_rp_r-Q_1q_1-Q_2q_2-\cdots-Q_\mu q_\mu \geqq 0$$

$$\begin{aligned} p_1 &\geqq 0, \quad p_2 \geqq 0, \quad \ldots, \quad p_r \geqq 0 \\ q_1 &\geqq 0, \quad q_2 \geqq 0, \quad \ldots, \quad q_\mu \geqq 0 \end{aligned} \qquad (4)'$$

annimmt.

Ich behaupte: *Wenn jede Grösse r in*

$$\left.\begin{aligned} P_1p_1&=r_1+r_{11}+r_{12}+\cdots+r_{1\mu} \\ P_2p_2&=r_2+r_{21}+r_{22}+\cdots+r_{2\mu} \\ &\cdots\cdots\cdots\cdots \\ P_rp_r&=r_r+r_{r1}+r_{r2}+\cdots+r_{r\mu} \end{aligned}\right\} \qquad (5)_1$$

$$\left.\begin{aligned} Q_1q_1&= \quad r_{11}+r_{21}+\cdots+r_{r1} \\ Q_2q_2&= \quad r_{12}+r_{22}+\cdots+r_{r2} \\ &\cdots\cdots\cdots\cdots \\ Q_\mu q_\mu&= \quad r_{1\mu}+r_{2\mu}+\cdots+r_{r\mu} \end{aligned}\right\} \qquad (5)_2$$

beliebig nicht negativ ist, dann haben wir in der Weise neue Parameter (r) eingeführt, dass (4)' also zugleich die Ungleichheiten in (4) erfüllt sind, und andere Relationen als diese oder solche, welche ihre Folgerungen sind, nicht befriedigt werden können.

Beweis. 5'. Einleuchtend ist, dass vermöge $(5)_1$ und $(5)_2$ durch die nicht negativen Grössen r, (4)' identisch befriedigt wird. Durch Substitution in der ersten Ungleichheit in (4)' entsteht, nämlich

$$r_1+r_2+\cdots+r_r \geqq 0,$$

was mit Rücksicht darauf, dass kein r negativ ist, eine Identität bildet. Die übrigen Ungleichheiten in (4)' werden aber, da jede Grösse P und Q positiv, und dadurch dass kein r negativ ist, wegen $(5)_1$ und $(5)_2$ ersichtlicher Weise ebenfalls identisch befriedigt. Es blieb uns noch übrig jenen schwierigeren Theil des Beweises zu liefern, dass $(5)_1$ und $(5)_2$ andere Relationen, nämlich homogene lineare ganze Relationen, wie (4)', oder solche, welche daraus folgen, identisch nicht befriedigt, d. h. durch beliebige nicht negative Grössen r.

5''. Um dies zu beweisen, wollen wir vor allem anderen sehen, was für Relationen man als aus (4)' folgende homogene lineare ganze Relationen betrachten kann. Ist eine solche Relation die folgende Ungleichheit:

$$L_1 p_1 + L_2 p_2 + \cdots + L_r p_r + M_1 q_1 + M_2 q_2 + \cdots + M_\mu q_\mu \geqq 0,$$

dann muss sie durch alle jene p und q Grössen erfüllt werden, welche (4)' befriedigen. Wird sie aber von allen diesen p und q erfüllt, dann muss es (I) solche nicht negative Multiplicatoren σ, π und χ geben, dass

$$\begin{aligned} L_1 &= \pi_1 + \sigma P_1, \quad L_2 = \pi_2 + \sigma P_2, \quad \ldots, \quad L_r = \pi_r + \sigma P_r, \\ M_1 &= \chi_1 - \sigma Q_1, \quad M_2 = \chi_2 - \sigma Q_2, \quad \ldots, \quad M_\mu = \chi_\mu - \sigma Q_\mu. \end{aligned}$$

Eine aus (4)' folgende Ungleichheit kann daher nur die Form

$$\begin{aligned} &(\pi_1 + \sigma P_1) p_1 + (\pi_2 + \sigma P_2) p_2 + \cdots + (\pi_r + \sigma P_r) p_r + \\ &(\chi_1 - \sigma Q_1) q_1 + (\chi_2 - \sigma Q_2) q_2 + \cdots + (\chi_\mu - \sigma Q_\mu) q_\mu \geqq 0 \end{aligned} \qquad (6)$$

haben, wo $\sigma \geqq 0$, und ebenso

$$\begin{aligned} \pi_1 &\geqq 0, \quad \pi_2 \geqq 0, \quad \ldots, \quad \pi_r \geqq 0, \\ \chi_1 &\geqq 0, \quad \chi_2 \geqq 0, \quad \ldots, \quad \chi_\mu \geqq 0. \end{aligned}$$

Durch zweckmässige Wahl der nicht negativen Multiplicatoren σ, π, χ ist jede Folge-Ungleichheit in (6) enthalten, wie auch die in (4)' befindlichen originalen Ungleichheiten, so dass (6) alle jene homogenen linearen ganzen Ungleichheiten enthält, welche (4)' implicite oder explicite in sich führt.

Aus (4)' kann man auf keine homogene lineare ganze Gleichung folgern. Denn wäre

$$R_1 p_1 + R_2 p_2 + \cdots + R_\nu p_\nu + S_1 q_1 + S_2 q_2 + \cdots + S_\mu q_\mu = 0$$

eine Folge-Gleichung, so kann man diese mit Vermittlung von zwei entgegengesetzten Ungleichheiten wie folgt schreiben:

$$\begin{aligned} R_1 p_1 + R_2 p_2 + \cdots + R_\nu p_\nu + S_1 q_1 + S_2 q_2 + \cdots + S_\mu q_\mu &\geqq 0, \\ -R_1 p_1 - R_2 p_2 - \cdots - R_\nu p_\nu - S_1 q_1 - S_2 q_2 - \cdots - S_\mu q_\mu &\geqq 0. \end{aligned}$$

Jede muss erfüllt werden durch diejenigen p und q, welche (4)′ befriedigen, d. h. es müssen solche nicht negative Multiplicatoren σ', π', χ' und σ'', π'', χ'' existiren, dass

$$\begin{aligned} R_1 &= \pi_1' + \sigma' P_1, & R_2 &= \pi_2' + \sigma' P_2, & \ldots, & & R_\nu &= \pi_\nu' + \sigma' P_\nu \\ S_1 &= \chi_1' - \sigma' Q_1, & S_2 &= \chi_2' - \sigma' Q_2, & \ldots, & & S_\mu &= \chi_\mu' - \sigma' Q_\mu \\ -R_1 &= \pi_1'' + \sigma'' P_1, & -R_2 &= \pi_2'' + \sigma'' P_2, & \ldots, & & -R_\nu &= \pi_\nu'' + \sigma'' P_\nu \\ -S_1 &= \chi_1'' - \sigma'' Q_1, & -S_2 &= \chi_2'' - \sigma'' Q_2, & \ldots, & & -S_\mu &= \chi_\mu'' - \sigma'' Q_\mu \end{aligned}$$

sei. Da aber jedes π und beide σ nicht negativ sind und jedes P positiv ist, so folgt daraus, dass jedes $R = 0$ ist. Dies ist nur dann möglich, wenn jedes π, σ' und $\sigma'' = 0$. Wenn aber $\sigma'' = 0$ ist, dann ist nothwendiger Weise jedes S auch $= 0$. Daraus folgt, dass es keine Folge-Gleichungen geben kann.

5‴. Kehren wir jetzt zu unseren parametrischen Ausdrücken in $(5)_1$ und $(5)_2$ zurück. Es ist zu zeigen, dass wir infolge dessen, dass die Grössen r beliebig nicht negativ sind, aus den Grössen p und q nur solche homogene lineare ganze Relationen construiren können, welche man auf die Form (6) bringen kann.

φ und ψ sollen vor der Hand ganz beliebige Grössen bedeuten, mit welchen wir, als mit Multiplicatoren, die Ausdrücke $(5)_1$ und $(5)_2$ in Verbindung bringen:

$$\begin{aligned} &\varphi_1 P_1 p_1 + \varphi_2 P_2 p_2 + \cdots + \varphi_\nu P_\nu p_\nu + \\ &\psi_1 Q_1 q_1 + \psi_2 Q_2 q_2 + \cdots + \psi_\mu Q_\mu q_\mu = \\ &= \varphi_1 r_1 + \varphi_2 r_2 + \cdots + \varphi_\nu r_\nu \\ &+ (\varphi_1 + \psi_1) r_{11} + (\varphi_1 + \psi_2) r_{12} + \cdots + (\varphi_1 + \psi_\mu) r_{1\mu} \\ &+ (\varphi_2 + \psi_1) r_{21} + (\varphi_2 + \psi_2) r_{22} + \cdots + (\varphi_2 + \psi_\mu) r_{2\mu} \\ &+ \quad \cdots \quad \cdots \quad \cdots \quad \cdots \\ &+ (\varphi_\nu + \psi_1) r_{\nu 1} + (\varphi_\nu + \psi_2) r_{\nu 2} + \cdots + (\varphi_\nu + \psi_\mu) r_{\nu\mu}. \end{aligned} \tag{7}$$

Damit dies in Bezug auf die Grössen p und q eine homogene lineare ganze Relation bedeute, ist nothwendig und hinreichend,

dass die Multiplicatoren φ und ψ derartig seien, dass der rechte Theil für alle nicht negativen Werthe von r entweder nur $\geqq 0$, oder nur $\leqq 0$, oder sowohl eines, wie das andere d. h. $= 0$ sei.

Dieser rechte Theil wird aber für alle nicht negativen r nur dann $\geqq 0$, wenn

$$\begin{array}{c} \varphi_1 \geqq 0,\ \varphi_2 \geqq 0,\ \ldots,\ \varphi_\nu \geqq 0, \\ \varphi_1+\psi_1 \geqq 0,\ \varphi_1+\psi_2 \geqq 0,\ \ldots,\ \varphi_1+\psi_\mu \geqq 0, \\ \varphi_2+\psi_1 \geqq 0,\ \varphi_2+\psi_2 \geqq 0,\ \ldots,\ \varphi_2+\psi_\mu \geqq 0, \\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot \\ \varphi_\nu+\psi_1 \geqq 0,\ \varphi_\nu+\psi_2 \geqq 0,\ \ldots,\ \varphi_\nu+\psi_\mu \geqq 0, \end{array} \tag{8}$$

also wird nur unter dieser Bedingung aus $(5)_1$ und $(5)_2$ die homogene ganze lineare Ungleichheit

$$\begin{array}{l} \varphi_1 P_1 p_1+\varphi_2 P_2 p_2+\cdots+\varphi_\nu P_\nu p_\nu+ \\ \psi_1 Q_1 q_1+\psi_2 Q_2 q_2+\cdots+\psi_\mu Q_\mu q_\mu \geqq 0 \end{array} \tag{8}'$$

folgen. Sobald aber (8) besteht, kann schon die Ungleichheit (8)' auf die Form (6) gebracht werden, d. h. die nicht negativen Grössen σ, π, χ können so bestimmt werden, dass

$$\begin{array}{l} \varphi_1 P_1=\pi_1+\sigma P_1,\ \ \varphi_2 P_2=\pi_2+\sigma P_2,\ \ \ldots,\ \ \varphi_\nu P_\nu=\pi_\nu+\sigma P_\nu, \\ \psi_1 Q_1=\chi_1-\sigma Q_1,\ \ \psi_2 Q_2=\chi_2-\sigma Q_2,\ \ \ldots,\ \ \psi_\mu Q_\mu-\chi_\mu-\sigma Q_\mu, \end{array}$$

denn mit Rücksicht darauf, dass jedes P und Q positiv ist, bilden gerade die Beziehungen (8) die Bedingung der Möglichkeit dieser Gleichungen. In der That: ist jedes ψ nicht negativ, dann wird, wenn $\sigma=0$ gesetzt, jedes χ und in Folge der ersten Zeile von (8) auch jedes π nicht negativ. Gibt es negative Werthe von ψ, so sei ψ_1 ein solches, u. z. soll es keinen grösseren absoluten Werth unter den negativen ψ geben. Setzt man $\sigma=-\psi_1$, dann ist ersichtlich, dass jedes χ nicht negativ ist; ferner folgt aus der ersten Zeile für diesen Werth von σ: $\pi_1=(\varphi_1+\psi_1)P_1$, $\pi_2=(\varphi_2+\psi_1)P_2$, u. s. w., also folgt aus der ersten Colonne in (8) dass auch jedes π nicht negativ ist.

Der Fall, bei welchem der rechte Theil von (7) immer $\leqq 0$ ist, kann dadurch zurückgeführt werden auf denjenigen, bei welchem er $\geqq 0$ ist, dass man das Vorzeichen von jedem φ und jedem ψ in das entgegengesetzte verändert. Dieser Fall erfordert daher keine besondere Behandlung.

Endlich wäre zu dem Ende, dass der rechte Theil von (7) bei jedem nicht negativen r verschwinde, nothwendig, dass jedes φ und jedes $\varphi+\psi$ verschwinde, daher dass jedes φ und jedes ψ verschwinde. Dadurch aber hört der linke Theil in (7) auf zu existiren, d. h. er gibt keine Gleichung: im Einklange damit, dass aus (4)′ keine Gleichung gefolgert werden kann, kann auch aus $(5)_1$ und $(5)_2$ keine Gleichung gefolgert werden.

6. Nachdem wir schon die erste Ungleichheit in (3) mit Hilfe der nicht negativen Parameter r in $(5)_1$, $(5)_2$ ausgedrückt haben, führen wir diese Ausdrücke sowohl in (2)′, wie in die übrigen Ungleichheiten von (3) statt den Grössen s ein. Nachdem dies geschehen, haben wir jetzt anstatt (3) ein ähnliches System, nur bezieht es sich jetzt anstatt auf die alten nicht negativen Parameter s, auf den neuen nicht negativen Parameter r, und enthält um eins weniger aus (1) entnommene Ungleichheiten. Auf dieses System lässt sich dasselbe Verfahren anwenden u. s. f., bis alle Ungleichheiten aus (1) aufgebraucht sind.

7. Sind auf diese Weise die aus (2)′ berechneten Variablen u als homogene lineare ganze Functionen aus den übrigen Variablen u und aus einer gewissen Anzahl nicht negativer Parameter bestimmt, so sind dieselben in der Weise bestimmt, dass sämmtliche Relationen (1) und nur diese, oder die aus ihnen folgenden identisch erfüllt sind.

Die Anwendung des mechanischen Principes von Fourier auf dieser Grundlage ist sehr einfach. Bedeuten die Variablen u die Componenten virtueller Verrückungen und es sei der analytische Ausdruck des Fourier'schen Principes

$$O_1u_1+O_2u_2+\cdots+O_nu_n\geqq 0.$$

Dies muss für alle jene Werthe von u bestehen, welche die Bedingungen (1) befriedigen. Man substituirt die parametrischen Formen der aus (2)′ berechneten Grössen u, und ordnet den Ausdruck nach den Parametern. Die Coëfficienten der ganz beliebigen Parameter müssen verschwinden, die Coëfficienten der beliebigen nicht negativen Parameter müssen $\geqq 0$ sein. Dies ist ersichtlich, wenn man sämmtliche Parameter, ausgenommen einen $=0$ setzt.

5.

ELEMENTAR-ZAHLENTHEORETISCHE SÄTZE.

Von MICHAEL BAUER,

Assistent am Polytechnikum in Budapest.

Auszug aus den »Mathematikai és Phys. Lapok» (Math. und Phys. Blätter) Band V. pp. 149—160, 265—272.

Bezeichnungen. Es sei die zusammengesetzte Zahl

$$m = p_1^{a_1} p_2^{a_2} \ldots p_s^{a_s}$$

das Product der Primfactoren sei

$$m' = p_1 p_2 \ldots p_s$$

die relativen Primzahlen (mod. m) seien

$$u_1,\ u_2,\ \ldots,\ u_{\varphi(m)}.$$

I. *Ist*

$$(k, m) = 1, \quad (l, m) = 1$$

so enthält der Ausdruck

$$kx + l \pmod m$$
$$x \equiv u_i \pmod m$$

$\varphi(m)$ *Zahlen, welche relativ prim sind gegen den Modulus* m. *Mit* $\varphi(m)$ *bezeichne ich die zahlentheoretische Function*

$$\psi(m) = \varphi(m) \prod_{i=1}^{s} \left(1 - \frac{1}{\varphi(p_i)}\right).$$

Bezeichnen wir die zu m' relativen Primzahlen durch

$$v_1,\ v_2,\ \ldots,\ v_{\varphi(m')}$$

so sind die Zahlen u_i in den Reihen

$$v_i+1m',\ v_i+2m',\ \ldots,\ v_i+\frac{m}{m'}m'$$
$$(i=1, 2, \ldots, \varphi(m'))$$

enthalten. Aus dieser Bemerkung folgt unmittelbar, dass

$$\varphi(m)=\frac{m}{m'}\varphi(m')$$

wenn der Ausdruck

$$kv_i+l \pmod{m'} \tag{1}$$

$\varphi(m')$ Zahlen enthält, welche gegen m' relativ prim sind. Die Zahlen (1) bekommen wir aus den Zahlen

$$kx+l \pmod{m'} \tag{2}$$
$$(x\equiv 1, 2, \ldots, (\mathrm{mod.}\ m'))$$

wenn x blos die Werthe v_i annimmt.

Betrachten wir die Zahlen (2) nach den verschiedenen Werthen von (x, m'). Die Zahlen, bei welchen

$$(x, m')=d$$

ist, können folgendermassen geschrieben werden

$$kdv_{d_i}+l \tag{3}$$
$$\left(i=1, 2, \ldots, \varphi\left(\frac{m'}{d}\right)\right)$$

wobei die Zahlen v_{d_i} relativ prim zu $\frac{m'}{d}$ sind.

Von den Zahlen (3) sind jene und nur jene relativ prim gegen m', welche in der Reihe

$$kdv_{d_i}+l \left(\mathrm{mod.}\ \frac{m'}{d}\right) \tag{3*}$$

relativ prim zu $\frac{m'}{d}$ sind. Nachdem jedoch

$$\left(d, \frac{m'}{d}\right)=1$$

ist, so stimmt (3*) von der Reihenfolge abgesehen mit

$$kv_{d_i}+l \left(\mathrm{mod.}\ \frac{m'}{d}\right) \tag{4}$$

überein. Unter diesen Zahlen sind aber $\varphi\left(\frac{m'}{d}\right)$ Zahlen, die relativ prim gegen $\frac{m'}{d}$ sind. Auf diese Art erhalten wir die Functional-Gleichung

$$\sum_d \psi\left(\frac{m'}{d}\right) = \varphi(m').$$

Somit ist

$$\psi(m') = \varphi(m') \prod_{i=1}^{s}\left(1 - \frac{1}{\varphi(p_i)}\right)$$

$$\psi(m) = \varphi(m) \prod_{i=1}^{s}\left(1 - \frac{1}{\varphi(p_i)}\right).$$

II. *Ist*

$$(k, m) = d, \quad (l, m) = 1$$

so enthält der Ausdruck

$$\underset{x = u_i \,(\mathrm{mod.}\, m)}{kx + l \,(\mathrm{mod.}\, m)} \tag{5}$$

$\frac{\psi(m)}{\psi(d)} \cdot \frac{\varphi(d)}{\varphi(m)} \varphi\left(\frac{m}{d}\right)$ *Zahlen, die relativ prim sind gegen den Modulus* m.

Es seien

$$m = p_1^{\alpha_1} p_2^{\alpha_2} \ldots p_r^{\alpha_r} p_{r+1}^{\alpha_{r+1}} \ldots p_s^{\alpha_s}$$

$$d = p_1^{\beta_1} p_2^{\beta_2} \ldots p_r^{\beta_r}, \quad \beta_i \leq \alpha_i$$

$$\bar{d} = p_{r+1}^{\alpha_{r+1}} \ldots p_s^{\alpha_s}.$$

Bezeichnen wir die zu $\frac{m}{d}$ relativen Primzahlen durch

$$u_{d_1}, \; u_{d_2}, \; \ldots, \; u_{d_{\varphi\left(\frac{m}{d}\right)}}$$

so sind in (5) die incongruenten Zahlen (mod. m)

$$\underset{\left(i = 1, 2, \ldots, \varphi\left(\frac{m}{d}\right)\right)}{k u_{d_i} + l.} \tag{6}$$

Von den Zahlen (6) sind jene und nur jene relativ prim gegen m, welche relativ prim zu $\bar{d}$ sind.

An die Stelle der Zahlen u_{d_i} können nun die relativen Primzahlen zu $\bar{d}$ gesetzt werden (mod. $\bar{d}$).

Diese seien

$$\bar{u}_1,\ \bar{u}_2,\ \ldots,\ \bar{u}_{\varphi(\bar{d})}$$

da nun

$$\left(\frac{m}{d}\ ,\ \bar{d}\right) = \bar{d}$$

ist, so ist die Zahl der in jeder Reihe

$$\bar{u}_i + x\bar{d}$$
$$\left(\begin{matrix} x=1,2,\ldots,\frac{m}{d\bar{d}} \\ i=1,2,\ldots,\varphi(\bar{d}) \end{matrix}\right)$$

enthaltenen u_{d_i} Zahlen $\frac{\varphi\left(\frac{m}{d}\right)}{\varphi(\bar{d})}$. Auf solche Art sind von den Zahlen (6) $\frac{\varphi\left(\frac{m}{d}\right)}{\varphi(\bar{d})}$-mal so viel Zahlen relativ prim gegen m, als von den Zahlen

$$k\bar{u}_1 + l,\ k\bar{u}_2 + l,\ \ldots,\ k\bar{u}_{\varphi(\bar{d})} + l \qquad (6^*)$$

relativ prim zu $\bar{d}$ sind. Da aber

$$(k, \bar{d}) = 1,\quad (l, \bar{d}) = 1$$

ist, so ist deren Zahl $\varphi(\bar{d})$. Die gesuchte Zahl ist mithin

$$\frac{\varphi\left(\frac{m}{d}\right)}{\varphi(\bar{d})}\,\varphi(\bar{d}) = \frac{\varphi(m)}{\varphi(d)}\,\frac{\varphi(d)}{\varphi(m)}\,\varphi\left(\frac{m}{d}\right).$$

III. *Ist*

$$(k, m) = 1,\quad (l, m) = d$$

so enthält der Ausdruck

$$kx + l \pmod{m}$$
$$x \equiv u_i \pmod{m}$$

$\frac{\varphi(m)}{\varphi(d)}\,\varphi(d)$ *Zahlen, die relativ prim sind gegen den Modulus* m.

Von den in Rede kommenden Zahlen sind jene und nur jene relativ prim gegen m, welche relativ prim zu $\frac{m}{d}$ sind. Führen wir wieder die Zahlen u_{d_i} ein; da jede Reihe

$$u_{d_i} + x\,\frac{m}{d} \pmod{m}$$

$\varphi(m)$ relative Primzahlen zu m enthält, so ist die Zahl der im $\varphi\left(\frac{m}{d}\right)$

behandelten Ausdruck enthaltenen relativen Primzahlen zu $\frac{m}{d}$, $\varphi(m)$ -mal so gross, als die Zahl der in der Reihe $\varphi\left(\frac{m}{d}\right)$

$$ku_{d_1} + l,\ ku_{d_2} + l,\ \ldots,\ ku_{d_{\varphi(\frac{m}{d})}} + l$$

enthaltenen relativen Primzahlen. In dieser Reihe sind wieder jene und nur jene relativ prim gegen $\frac{m}{d}$, welche relativ prim gegen $\bar{d}$ sind. Die Zahl dieser letzteren ist jedoch $\frac{\varphi\left(\frac{m}{\bar{d}}\right)}{\varphi(\bar{d})}$-mal so gross, als die Zahl der in der Reihe

$$k\bar{u}_1 + l,\ k\bar{u}_2 + l,\ \ldots,\ k\bar{u}_{\varphi(\bar{d})} + l$$

enthaltenen relativen Primzahlen zu $\bar{d}$.

Da aber

$$(k, \bar{d}) = 1, \quad (l, \bar{d}) = 1$$

ist, so ist die Zahl dieser letzteren $\varphi(\bar{d})$. Mithin ist die gesuchte Zahl

$$\frac{\varphi(m)\ \ \varphi\left(\frac{m}{d}\right)}{\varphi\left(\frac{m}{\bar{d}}\right)\ \ \varphi(\bar{d})}\,\varphi(\bar{d}) = \frac{\varphi(m)}{\varphi(d)}\,\varphi(d).$$

IV. *Ist*

$$(k, m) = d_1, \quad (l, m) = d_2, \quad (d_1, d_2) = 1$$

so enthält der Ausdruck

$$kx + l \pmod{m}$$
$$x = u_i \pmod{m}$$

$\frac{\varphi(m)}{\varphi(d_1 d_2)}\,\varphi\left(\frac{m}{d_1}\right)$ *Zahlen, welche relativ prim sind gegen den Modulus* m.

Wir können auch jene Zahlen der Reihe

$$ku_i + l$$

untersuchen, die nicht relativ prim sind gegen m. Ich führe beiläufig den folgenden Satz an.

V. *Ist*

$$(k, m) = 1, \quad (l, m) = 1$$

so enthält der Ausdruck

$$\underset{x \equiv u_i \,(\mathrm{mod.}\, m)}{kx + l \,(\mathrm{mod.}\, m)}$$

$\frac{\psi(m)}{\psi(p_1 p_2 \cdots p_r)}$ *Zahlen, welche unter den Primfactoren von* m *nur durch die Zahlen*

$$p_1, \; p_2, \; \ldots, \; p_r$$

theilbar sind.

6.

NEUERE UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE ALKALICITÄT DES BLUTES.

Von Prof. JOSEF FODOR und Dr. GUSTAV RIGLER.

Vorgetragen in der Sitzung der ung. Akademie am 14. December 1896.

Aus «Mathematikai és Természettudományi Értesitő» (Math. und Naturwiss. Anzeiger) Band XV, pp. 15—37.

Auf dem VIII. internationalen Congress für Hygiene und Demographie theilte Fodor — im Anschluss an seine älteren, gleichartigen Untersuchungen — neuere Versuche mit, in welchen derselbe nachwies,* dass sich die Alkalicität des Blutserums, bei Infection mit diversen pathogenen Bacterien, allmählich, bis zum Tode des Versuchsthieres, vermindert, hingegen bei Thieren, welche sich von der Infection erholen, steigt und zwar höher, als die Alkalicität des Serums vor der Infection gewesen. Bei Thieren (Kaninchen), welche gegen Milzbrandinfection durch wiederholte Impfungen immunisiert waren, stieg auch dem entsprechend die Alkalizität des Blutserums allmählich höher, und dieselbe wurde nicht vermindert, wenn die nun immunisierten Thiere mit virulentem Milzbrand inficiert wurden.

Diesen Mittheilungen Fodor's folgten andere, von seiten mehrerer Forscher, welche die Ergebnisse von Fodor bestätigten, gleichzeitig aber ihre Forschungen in der eröffneten Richtung auch weiter ausdehnten. Diesbezüglich erlauben wir uns unsere Leser

---

* Bericht über die Verhandlungen des VIII. internat. Kongresses für Hygiene und Demographie. Budapest, Bd. II. Ferner ausführlicher im Centralblatt für Bakteriologie. Bd. XVII, Nr. 7—8.

auf die unten aufgeführte litterarische Zusammenstellung zu verweisen.* Auch wir setzten gemeinschaftlich unsere Untersuchungen in der bezeichneten Richtung fort und erlauben uns derzeit über einige unserer Ergebnisse in Folgendem zu referieren.

I. Die Methode unserer Untersuchungen.

Wir hielten im grossen und ganzen die von Fodor geübte Methode bei. Den Versuchskaninchen entnahmen wir aus den Jugularvenen Blut, sowohl vor, als nach der Injection verschiedener Vaccinestoffe, Toxine, Antitoxine, und zwar in bestimmten Zeiträumen. Das Blut (ca. 5 ccm und mehr) wurde sogleich in der elektrisch betriebenen Centrifuge centrifugiert, und ein aliquoter Theil des reinen klaren Serums (meistens 1·2575 ccm, weil unsere $^1/_{100}$ Pipette, bis zur Marke diese Menge fasste) in einer Glasschale, mit $N/100$-Säure titriert. Als Indicator diente frisch bereitetes, sehr empfindliches Lackmus-Papier (röthlich violett und bläulich violett) auf welches wir, vermittelst einer eng ausgezogenen Glasröhre, das Probetröpfchen übertrugen. Die Spitze der Röhre wird senkrecht auf das Papier aufgesetzt, und die zu titrierende Flüssigkeit tritt hier, an einem eng begrenzten Punkte, allmählich in das Papier ein. Die Empfindlichkeit der Titrierung rührt eben daher, weil, wie Fodor schon vor längerer Zeit betonte, die in dem zu titrierenden Flüssigkeitströpfchen enthaltene gesammte Säure-, resp. Alkalimenge an der engen Berührungsstelle des Röhrchens mit dem Papier, auf den Farbstoff des letzteren einwirkt. Mit dem Glasstäbchen wird gleichzeitig die zugeträufelte Säure mit dem Serum sorgfältigst vermischt. Die aus den kohlensauren Salzen des Serums freigemachte Kohlensäure wird an der

* A. Calabrese, Riforma medica, 1894 Oktober. — *Derselbe:* Giornale Intern. delle Scienze Med. XVII. — *Derselbe:* Policlinico, III. 1896.

A. Cantani jun.: Centralbl. f. Bakter. XX. Nr. 16—17. Daselbst weitere litterarische Angaben.

Ferner vergl. Loewy und Richter: Deutsche med. Woch. 1895. 32.

L. Caro: Zeitschr. f. klin. Med. XXX. 3—4.

J. Donáth: Virchow's Archiv f. path. Anat. Bd. CXIV. Suppl.

Strasser und Kuthy: Blätter für klin. Hydrotherapie, 1896.

porösen Oberfläche des Indicatorpapiers schnell dissociiert und belästigt weiter nicht die Titration. Nachdem wir mittels zahlreicher Versuche uns überzeugt hatten, dass die Farbenreaction bei dem Übertritt der alkalischen Reaction des Serums in die Neutrale auf das Zuträufeln von Säure eine scharfe und beständige ist, titrierten wir das Serum bis zur neutralen Reaction, und nicht bis zum Eintritt der sauren Reaction.

Wir drücken in dem Folgenden die Alkalicität des Serums in Kubikcentimetern der verbrauchten *N*/100-Säure aus, auf 1 ccm Serum berechnet.

Versuche zur Controle der Untersuchungsmethode.

Mit einigen Beispielen wollen wir die Genauigkeit unserer Untersuchungsmethode beleuchten:

a) Blutproben von einem gesunden Kaninchen. 1 ccm Serum entspricht: *a)* 3·697, *b)* 3·697 ccm *N*/100-Weinsteinsäure.

b) Blutproben von einem zweiten gesunden Kaninchen: *a)* 4·771, *b)* 4·771 ccm *N*/100-Weinsteinsäure.

c) Blutproben von einem dritten Kaninchen: *a)* 3·75, *b)* 3·73 ccm *N*/100-Schwefelsäure, *c)* 3·74, *d)* 3·74 ccm *N*/100-Salzsäure.

d) Ochsenblut. Serum durch Stehenlassen auf Eis erhalten. 8 Proben zu 5—5 ccm verbrauchen auf 1—1 ccm reduciert: *a)* 5·24, *b)* 5·26, *c)* 5·29, *d)* 5·24 — durchschnittlich 5·26 ccm *N*/100-Salzsäure und *e)* 5·25, *f)* 5·22, *g)* 5·28, *h)* 5·25 — durchschnittlich 5·25 ccm *N*/100-Schwefelsäure u. s. w.

Wir stellten zahlreiche Versuche an, um zu erfahren, ob *auf freier Luft stehendes*, ferner ob (im Wasser) *erwärmtes Serum* seine Alkalicität ändert. Einige Beispiele mögen den Sachverhalt aufklären.

a) Blut eines gesunden Kaninchens. 7 Proben des Serums zeigten eine folgende Alkalicität:

a)	Sogleich nach Centrifugierung titriert	4·394	ccm	*N*/100-Schwefelsäure
b)	Steht bei 20° C. 1 Stunde	4·373	«	«	«
c)	« « « « 2 Stunden	4·394	«	«	«
d)	« « « « 4 «	4·294	«	«	«
e)	« « 40° C. ¼ Stunde	4·374	«	«	«
f)	« « « « ½ «	3·851	«	«	«
g)	« « « « 1 «	3·767	«	«	«

b) Blut zweier gesunder Kaninchen:

		a) Kaninchen	*b)* Kaninchen	
a)	Sogleich titriert	3·98	4·53	ccm N 100-Schwefelsäure
b)	Steht bei 20° C. 1 Stunde	3·68	4·21	« « «
c)	« « 40° C. 1 «	3·58	4·37	« « «
d)	« « 60° C. 1 «	3·28	3·90	« « «

c) Kaninchen- und Hundeblut:

		a) Kaninchen	*b)* Kaninchen	Hund
a)	Sogleich titriert	4·97	5·25	4·15
b)	Steht bei 20° C. 1 Stunde	4·65	5·09	3·99
c)	« « 80° C. 1 «	4·58	4·62	3·66
d)	« « 100° C. 1 «	4·25	4·97	3·92

Längeres Stehen, sowie Erwärmen des Serums vermindern sonach die Alkalicität. Wenn das Serum über 60° C erwärmt wird, muss das Titrieren auf längere Zeit ausgedehnt werden, weil die zugeträufelte Säure nur ganz allmählich in das im Serum entstehende Coagulum eindringt, und infolge dessen solches Serum selbst nach mehrere Stunden dauernder Titration noch immer neue Mengen Säure aufnimmt, während nicht coaguliertes Serum die einmal (und zwar schnell) erreichte neutrale Reaction nicht mehr ändert und keinen neuen Säurezusatz verträgt.

Wir machten mehrere Versuche, um klar zu stellen, ob es auf die Alkalicität von Einfluss ist, *wenn man von ein und demselben Kaninchen öfters Blutproben nimmt.* Das Ergebniss erhellt aus Folgendem:

a) 3 Kaninchen werden um 10 Uhr Vormittags und abermals um ½12 Uhr Blutproben entnommen. Die Alkalicität war:

		Um 10 Uhr	Um ½12 Uhr	
a)	Kaninchen	3·40	3·425	ccm N 100-Schwefelsäure
b)	«	3·25	3·40	« « «
c)	«	3·45	3·425	« « «

b) 5 gesunden Kaninchen werden Blutproben entnommen. Die Alkalicität war pro 1 ccm Serum in ccm N/100-Säure:

		Erste Entnahme	Neue Entnahme nach 6 Stunden	Neue Entnahme nach 24 Stunden	Neue Entnahme nach 48 Stunden
a)	Kaninchen	3·371	3·336	3·475	—
b)	»	3·596	3·665	3·734	—
c)	»	4·224	3·942	4·149	—
d)	»	3·942	3·872	3·945	—
e)	»	4·358	—	4·282	4·358

Wie ersichtlich, üben Blutentziehungen, wie solche in unseren Versuchen ausgeübt wurden, keinen nennenswerthen Einfluss auf die Alkalicität des Blutserums aus. Viola und Jona beobachteten eine starke Alkaliabnahme bei Blutentziehungen, welche in 2 Stunden das Minimum erreicht; dann stellte sich jedoch rasch die ursprüngliche Alkalicität wieder her.* Es scheint uns, dass diese Forscher viel ausgiebigere Blutentziehungen vornahmen als wir, woraus sich vielleicht der Widerspruch unserer Erfahrungen erklärt.

II. Der Einfluss von Schutzimpfungen auf die Alkalicität des Blutes.

Schutzimpfungen gegen Milzbrand.

In seiner oben angegebenen Arbeit constatierte Fodor, dass im Serum mit Anthraxbacillen inficierter Kaninchen die Alkalicität anfangs beträchtlich zunimmt, um nach 24 Stunden rapide und stark zu fallen.

Indem in jener Mittheilung die Schwankungen der Alkalicität nur summarisch angegeben waren, führen wir hier eine Serie jener Versuche im Detail, nach dem Protokolle, an.

3 Kaninchen erhalten je 1—1 ccm einer 24-stündigen Anthraxbouilloncultur subkutan, ein viertes bekommt ein zerriebenes Stückchen von einer frischen Milzbrand-Milz. Die Alkalicität des Blutserums der Thiere betrug (ccm $N/100$-Schwefelsäure pro 1 ccm Blutserum):

* L. c. Calabrese, Il Policlinico. Vol. III. 1896.

Gewicht des Thieres	Alkalicität					
	Vor der Injektion	5 Std.	10 Std.	24 Std. nach der Injektion	48 Std.	72 St.
a) 1730	3·339	3·856	4·245	3·18	2·585[1])	—
b) 1370	3·579	4·174	4·294	3·243	—[2])	—
c) 1850	3·494	4·168	3·896	2·783	—	1·590[1])
d) 1090	3·388	3·481	—	2·740	—[2])	—

Bemerkungen: [1]) Die Thiere agonisirend. [2]) Die Thiere verendeten, bevor eine Blutentnahme stattfinden konnte.

Fodor constatierte gleichzeitig, dass Immunisierung mittels Einspritzung mitigierter Anthraxculturen die Alkalicität des Serums erhöhte.

Unsere neueren Untersuchungen führten zu folgenden Resultaten.

Kaninchen wurden — nach entsprechender Blutentnahme — «I. Vaccin», und nach 24 Stunden — bei gleichzeitiger Blutentnahme — «II. Vaccin» unter die Haut injiciert. Die «Vaccine» bezogen wir aus dem Budapester «Pasteur-Institut», welches, unter behördlicher Aufsicht, Thiervaccine versendet. — Die Alkalicität der vaccinierten Thiere war folgende (ccm N/100-Schwefelsäure pro ccm Blutserum):

1. *Serie:*

Gewicht des Thieres	Alkalicität vor der Injektion	Injektion vom I. Vaccin (ccm. pro Kilo)	Alkalizität 24 Std. nach der Injektion	Injektion vom II. Vaccin (ccm. pro Kilo)	Alkalicität 24 Std. nach der Injektion	7×24 Std. nach der Injektion
a) 1325	4·745	0·1	5·277	0·1	5·463	5·555
b) 1125	4·635	0·2	5·393	0·2	5·486	5·631
c) 1290	4·722	0·4	5·277	0·4	4·955	4·747
d) 1205	4·606	0·8	4·930	0·8	4·813	4·666

2. *Serie:*

Gewicht des Thieres	Alkalicität vor der Injektion	Injektion vom I. Vaccin (ccm. pro Kilo)	Alkalicität 24 Std. nach der Injektion	Injektion vom II. Vaccin (ccm. pro Kilo)	Alkalicität 24 Std. nach der Injektion	8×24 Std. nach der Injektion
a) 1170	4·102	0·1	4·461	0·1	4·615	4·589
b) 1285	4·230	0·2	4·435	0·2	4·692	4·641
c) 1185	4·102	0·3	4·076	0·3	4·282	4·487
d) 1195	4·152	0·5	4·412	0·5	4·230	4·589

Bemerkungen: Die Alkalicität von je 1 ccm. I. resp. II. Vaccin entspricht 0,513 ccm. N/100-Schwefelsäure.

Aus den dargelegten Ergebnissen folgt, dass sowohl «I. Vaccin» als «II. Vaccin» schon nach 24 Stunden die Alkalicität des Blutes beträchtlich erhöhen, welche Erhöhung über 7×24—8×24 Stunden dauerte, ja sogar sich noch steigerte. Ferner erhellt aus den Versuchen, dass die Alkalicität nur bis zu einem gewissen Grade mit der Menge der eingespritzten Vaccineflüssigkeit parallel läuft, so dass eine übermässige Menge von Vaccin sogar die Alkalicität beeinträchtigt. Dies erhellt noch mehr aus der folgenden Versuchsreihe:

3. *Serie:*

Gewicht des Thieres	Alkalicität vor der Injektion	Injektion vom I. Vaccin (ccm. pro Kilo)	Alkalicität 24 Std. nach der Injektion	Injektion vom II. Vaccin (ccm. pro Kilo)	Alkalicität nach 24 Stunden
a) 2090	4·666	0·2	4·952	0·2	5·333
b) 1350	4·761	1·0	5·095	1·0	5·404
c) 1500	4·690	2·0	5·023	2·0	5·309
d) 1300	4·952	4·0	5·095	4·0	5·238

Wie zu sehen, steht die Erhöhung der Alkalicität im umgekehrten Verhältnisse zu der Menge der eingespritzten Vaccineflüssigkeit. Ferner ist noch hervorzuheben, dass Kaninchen *d* und dann *b* in 7×24 Stunden verendeten, Kaninchen *c* nach 15×24 Stunden, Kaninchen *a* jedoch constant gesund blieb. In den Kaninchen *b, c, d* konnten Milzbrandbacillen weder mikroskopisch, noch mittels Cultur nachgewiesen werden. Die Vaccineflüssigkeit scheint sonach *Toxine* zu enthalten, welche — bei gewisser Menge — die alkalivermehrende Fähigkeit der Vaccinethiere beeinträchtigen, ja sogar das Thier zu tödten vermag.

Schutzimpfungen gegen Schweinerothlauf.

Die Impfflüssigkeit — «I. und II. Vaccin» — erhielten wir ebenfalls von dem «Pasteur-Institut». Die Injectionen hatten folgende Einwirkung auf die Alkalicität des Blutes:

1. *Serie:*

	Gewicht der Kaninchen	Alkalicität vor der Injektion	Injektion vom I. Vaccin (ccm. pro Kilo)	Alkalicität 24 Std. nach der Injektion	Injektion vom II. Vaccin (ccm. pro Kilo)	Alkalicität von 24 Std. nach der Injektion	Alkalicität von 6×24 Std. nach der Injektion
a)	1070	4·102	0·1	4·871	0·1	4·923	4·665
b)	1090	4·155	0·2	4·717	0·2	4·821	4·825
c)	1205	4·948	0·4	4·641	0·4	4·923	4·461
d)	1160	4·076	0·8	4·768	0·8	4·846	4·846

2. *Serie:*

							7×24 Std.
a)	1250	4·722	0·1	5·555	0·1	5·486	5·833
b)	1600	4·444	0·2	5·463	0·2	5·463	5·656
c)	1280	4·694	0·4	5·393	0·4	5·324	5·353
d)	1468	4·467	0·8	5·486	0·8	5·574	5·303

3. *Serie:*

							7×24 Std.
a)	1880	4·785	0·2	5·238	0·2	5·50	4·906
b)	1170	4·738	1·0	5·142	1·0	5·38	4·672
c)	1080	4·833	2·0	5·284	2·0	5·333	4·813
d)	1080	4·833	4·0	5·142	4·0	5·119	4·439

Bemerkung: Die Alkalicität von 1 ccm. I. resp. II. Vaccin entspricht 0,513 ccm. *n*/100 Schwefelsäure.

Das Ergebniss ist ganz analog jenen, welche wir bei den Milzbrandschutzimpfungen erhalten haben. Die Alkalizität des Blutserums erhöht sich nach beiden Injektionen, und diese Erhöhung dauert über 6 bis 7×24 Stunden. Ferner bemerken wir abermals, dass die Zunahme der Alkalicität nur bis zu einer gewissen Grenze mit der Menge des injicierten Impfstoffes parallel läuft; bei übermässigen Einspritzungen steht die Erhöhung der Alkalicität im umgekehrten Verhältnisse mit der Menge der Vaccineflüssigkeit.

Rabies und antirabische Impfungen.

Prof. Högyes impfte Kaninchen *a* mit fixem Virus subdural; Kaninchen *b* wurde gleichzeitig mit Strassenwuthvirus, intraoculär geimpft, hernach aber einer antirabischen Behandlung unterzogen; dasselbe erhielt 7×24 Stunden hindurch, täglich 2-mal, 10,000—100 mal diluierten Impfstoff (zerriebenen Medull. obl.),

in der Menge von 3—1 ccm unter die Haut; insgesammt 41·5 ccm. Kaninchen *c* wurde blos mit letzterem Impfstoff behandelt, verschied jedoch, aus nicht näher bestimmbarer Ursache, nach 4×24 Stunden.

Kaninchen *a* (1120 g) erschien 4×24 Stunden hindurch gesund; dann entwickelte sich eine bedeutende Temperaturerhöhung; den 7. Tag fiel das Thier auf eine Seite und wurde behufs Blutentnahme getödtet. Kaninchen *b* (1245 g) zeigte von dem 7. Tage an eine geringere Temperatursteigerung; an dem 12. Tage schien das Thier etwas zu leiden und hatte eine wenig subnormale Temperatur. Dasselbe wurde ebenfalls behufs Blutentnahme getödtet.

Die Alkalicität des Blutserums war folgende (ccm *N*/100-Salzsäure):

	Kaninchen *a)*	Kaninchen *b)*
a) Vor der Impfung, resp. Impfung und Schutzimpfung	4·48	4·55
b) 4×24 Stund. nach der Impfung	3·19	—
c) 5×24 " " " "	—	4·55
d) 6×24 " " " "	2·89	—
e) 8×24 " " " "	—	4·46
f) 12×24 " " " "	—	4·25

Während das mit Rabies geimpfte und daran zu Grunde gegangene Thier eine bis zum Tode stetig zunehmende, starke Alkaliverminderung erlitt, zeigte das andere, mit Rabies geimpfte, jedoch antirabisch behandelte und nur mässig leidende Thier 12 Tage hindurch eine ganz geringe Abnahme der Alkalicität.

III. Der Einfluss von Toxin- und Antitoxininjektionen auf die Alkalicität des Blutes.

Injektion von Diphtherietoxin.

Das zu diesen Versuchen dienende Toxin lieferte uns Professor H. Preisz, und tödteten davon 0·2 ccm 300 g Meerschweinchen binnen 59 Stunden. Der Einfluss der Toxineinspritzungen auf die Blutalkalicität war folgender:

1. *Serie* (Titrierung mit *N*/100-Schwefelsäure):

	Gewicht der Kaninchen	Alkalicität vor der Injektion	Toxin (ccm. pro Kilo	Alkalicität nach der Injektion			
				6 Std.	24 Std.	48 Std.	4×24 Std.
a)	2050	4·225	0·1	4·225	3·777	3·330	2·956[1])
b)	1120	4·175	0·1	4·175	3·852	3·379	2·781[1])
c)	1415	3·960	0·3	3·777	3·529	+[2])	—
d)	1160	4·239	0·3	3·728	3·578	+[2])	—

Bemerkungen: [1]) Agonisierend; wegen Blutentnahme getödtet. [2]) verschieden, bevor Blut genommen werden konnte. — 1 ccm. Toxin = 3,25 ccm. *n*/100 Schwefelsäure.

2. *Serie* (Titrierung mit *N*/100-Schwefelsäure):

a)	900	4·080	0·3	3·630	4·011	3·250[1])
b)	900	4·282	0·3	3·682	4·149	2·835[1])
c)	885	3·803	1·0	3·509	—	3·118[1])
d)	965	4·337	1·0	3·544	4·011	+[2])

Bemerkungen: [1]) agonisierend; behufs Blutentnahme getödtet; [2]) vor Blutentnahme verschieden.

3. *Serie* (Titrierung mit *N*/100-Salzsäure):

a)	1410	4·525	0·1	—	4·00	3·45[1])
b)	1080	4·550	0·2	—	3·85	3·125[3])
c)	1090	4·500	0·3	—	2·85	3·20[3])
d)	1090	4·625	0·4	—	4·05	3·325[3])
e)	1250	4·271	0·5	—	2·846	+[4])

Bemerkungen: [1]) nach 27×24 Std. agonisierend, wegen Blutentnahme getödtet; 1 ccm. Serum = 2,20 *n*/100 Salzsäure; [3]) agonisierend, wegen Blutentnahme getödtet; [3]) verschied nach 3×24 Std.; [4]) verschied, bevor Blut entnommen werden konnte.

Auf die Injection von Diphtherietoxin sinkt zuerst rasch die Alkalicität, erhebt sich abermals ein wenig, um danach bis zum Tode immer tiefer zu sinken.

Zwischen der Menge des injicierten Toxins einerseits und der Erniedrigung der Alkalicität, wie auch der Raschheit dieser Erniedrigung und auch zwischen der Zeit, in welcher das Thier mit dem Tode abgeht, andererseits besteht ein — wenn auch nicht strenger — Parallelismus.

Injektionen von Diphtherieantitoxin.

Das Diphtherieserum lieferte uns ebenfalls Prof. H. Preisz. Dessen Wirksamkeit erhellt aus folgenden Versuchen:

Meerschweinchen *a* 0·2 ccm Toxin pro 300 g unter die Haut gespritzt; dasselbe verendet binnen 49 Stunden.

Meerschweinchen *b* erhält 0·2 ccm Toxin und 0·2 Antitoxin gleichzeitig unter die Haut; das Thier bleibt anhaltend gesund.

Meerschweinchen *c* werden 0·5 ccm Toxin und 0·2 Antitoxin unter die Haut gespritzt; nach 8×24 Stunden verendet das Thier an Diphterietoxin.

1. *Serie* (Titrierung mit *N*/100-Schwefelsäure):

	Gewicht der Kaninchen	Alkalicität vor der Injektion	Antitoxin (ccm. pro Kilo)	Alkalicität nach der Injektion		
				6 Std.	24 Std.	48 Std.
a)	1350	4·076	0·2	4·175	4·374	4·076
b)	1210	4·175	0·2	4·026	4·473	3·976
c)	1260	4·274	0·5	4·423	4·672	4·132
d)	905	4·225	0·5	4·349	4·597	4·274
e)	1110	4·200	1·0	4·423	4·647	4·274
f)	1230	4·274	1·0	4·324	4·473	4·399

2. *Serie* (Titrierung mit *N*/100-Salzsäure):

	Gewicht der Kaninchen	Alkalicität vor der Injektion	Antitoxin (ccm. pro Kilo)	Alkalicität nach der Injektion			
				24 Std.	48 Std.	72 Std.	10×24 Std.
a)	1430	4·625	0·2	5·025	—	—	4·50
b)	1470	4·700	0·4	5·250	—	—	—
c)	1590	4·700	0·6	—	—	—	4.20
d)	1240	4·550	0·8	5·400	—	—	4·40
e)	945	4·300	0·8	4·750	—	4·150	—
f)	1135	4·650	0·8	5·320	—	4·350	—
g)	1085	3·992	2·0	—	4·645	—	—
h)	1130	4·216	2·0	—	4·925	—	—

Bemerkung: 1 ccm. Antitoxin = 3,75 ccm. *n*/100 Säure.

Die Antitoxineinspritzung erhöht sonach die Alkalicität des Blutes so gut wie die Vaccineeinspritzung; auch darin einigen sich beide Injectionen, dass sich die nachfolgende Erhöhung der Alkalicität mit der Menge der eingespritzten Substanz nicht

parallel verhält. Wesentlich unterscheiden sich jedoch beide Injektionen darin, dass, während die Vaccineinjektion eine *andauernde* Erhöhung der Alkalicität hervorbringt, die Antitoxininjektion hingegen blos eine vorübergehende, kaum 48 Stunden anhaltende, Erhöhung verursacht.

Gleichzeitige Injektion von Diphtherietoxin und Antitoxin.

Den Kaninchen wurden Toxin und Antitoxin gleichzeitig an entgegengesetzten Körperstellen unter die Haut gespritzt. Die Alkalicität des Blutes verhielt sich folgendermassen:

1. *Serie* (Titrierung mit *N*/100-Schwefelsäure):

Gewicht der Kaninchen	Alkalicität vor der Injektion	Toxin + Antitoxin (ccm. pro Kilo)	Alkalizität nach der Injektion		
			6 Std.	24 Std.	48 Std.
a) 1065	4·225	0·5 T. + 0·25 A.	3·976	3·976	3·852[1])
b) 1050	4·175	„ „	4·076	3·976	3·579[2])
c) 1250	4·423	0·5 T. + 1·0 A.	4·225	4·225	4·076[3])
d) 1100	4·314	„ „	4·274	4·225	4·100[3])

Bemerkungen: [1]) † nach 7×24 Std. [2]) Nach 9×24 Std. agonisierend; wird behufs Blutentnahme getödtet; Alkalicität des Blutserums = 2,846 ccm. N.100 S.; [3]) blieben am Leben.

2. *Serie* (Titrierung mit *N*/100-Salzsäure):

a) 1590	4·512	0·5 T. + 1·0 A.	—	4·410	4·282[1])
b) 1955	4·410	„ „	—	4·307	4·052[2])
c) 1490	4·282	0·5 T. + 2·0 A.	—	4·871	4·923[3])
d) 2225	4·589	„ „	—	4·512	4·615[4])

Bemerkungen: [1]) und [4]) verenden nach 84 Std.; [2]) † nach 19×24 Stunden; [3]) bleibt gesund.

Antitoxin mit Toxin gleichzeitig eingespritzt, neutralisiert die alkaliherabsetzende Wirkung des letzteren, dasselbe ruft sogar, in genügender Menge, trotz der Toxininjection, eine Alkalierhöhung hervor. Das Widerstehen der Thiere gegen das Toxin läuft parallel mit der Erhöhung der Alkalizität.

Diphtherietoxininjektion nach vorhergehender Antitoxinbehandlung.

Den Kaninchen wurde zuerst Antitoxin beigebracht und nach 10×24 Stunden eine Toxininjection. Die Alkalicität des Blutes verhielt sich hierbei folgendermassen:

	Gewicht der Kaninchen	Alcalicität vor der Injektion	Antitoxin (ccm. per Kilo)	Alkal. nach der Injekt. 24 Std.	Alkal. nach der Injekt. 10×24 Std.	Toxin (ccm. per Kilo)	Alkalicität nach 48 Std.
a)	1430	4·625	0·2	5·025	4·50	0·2	3·425 [1]
b)	1470	4·700	0·4	5·250	—	0·2	3·400 [1]
c)	1590	4·700	0·6	—	4·20	0·2	3·425 [1]
d)	1240	4·550	0·8	5·400	4·40	0·2	3·00 [1]

Bemerkung: [1]) alle 4 Thiere agonisierend; behufs Blutentnahme getödtet.

Diese Versuche legen klar, dass das Antitoxin sich vom Vaccin nicht nur in der Beziehung unterscheidet, dass jenes — wie oben angedeutet wurde — eine nur kurz (24—48 Std.) andauernde, diese jedoch eine anhaltende Erhöhung der Blutalkalicität hervorruft, sondern, und noch augenfälliger, auch dadurch, dass nach vorangegangenen Antitoxininjectionen die nachfolgenden Toxineinspritzungen eine ebenso tiefe Herabsetzung der Alkalicität hervorrufen, als wenn überhaupt gar kein Antitoxin vorher eingespritzt worden wäre, während — wie Fodor in seiner oben citierten Arbeit schon nachwies — nach vorangehender immunisierender Milzbrandeinspritzung eine nachfolgende Injektion mit virulentem Milzbrand keine Alkaliverminderung zustande bringt. — Gleichzeitig sehen wir, dass mit Diphtherieantitoxin behandelte Thiere nach Diphtherietoxineinspritzung ebenso gut verenden, als wenn gar kein Antitoxin verabreicht worden wäre, während mit Milzbrandvaccin behandelte Thiere einer Milzbrandinjection widerstehen.

Injektion von Tuberculose-Antitoxin.

Injectionen von *Siero Maragliano* hatten folgende Einwirkung auf die Alkalicität des Blutes.

1. *Serie* (Titrierung mit $N/100$-Schwefelsäure):

	Gewicht der Kaninchen	Alkalicität vor der Injektion	Siero Mar. (ccm. per Kilo	Alkalicität nach der Injekt.	
				24 Std.	48 Std.
a)	1310	4·717	0·5	5·128	4·974
b)	1300	4·102	1·0	5·128	4·821
c)	1380	4·461	2·0	5·230	5·025

Bemerkung: 1 ccm. Antitoxin = 3.575 ccm. $n/100$ Schwefelsäure.

2. *Serie* (Titrierung mit $N/100$-Salzsäure):

a)	1160	4·10	0·5	4·50	4·25
b)	1085	4·20	1·0	4·65	4·20
c)	1270	4·35	2·0	4·775	4·00

Bemerkung: Das Serumpräparat wurde im Eisschrank aufbewahrt, schien trotzdem etwas stärkere Präcipität am Boden des Originalfläschchens zu enthalten, als das 5 Wochen früher benuzte Präparat. Eine Gelatineplatte, mit 5 Oesen des Serums beschickt, blieb so gut wie steril.

Das *Siero Maragliano* erhöht ebenfalls die Alkalicität des Blutes, sowie das Diphtherieserum, mit welchem dasselbe auch in der Beziehung übereinstimmt, dass die Steigerung nur kurz anhält, und bei grösseren Mengen des injicierten Serums denselben nicht parallel verläuft.

Eine auffallende Beobachtung können wir nicht unerwähnt lassen. Alle drei Thiere der ersten Versuchsreihe gingen nämlich ein, und zwar Kaninchen *a* am 5. Tage nach der Injection, Kaninchen *b* 35 Tage und Kaninchen *c* 14 Tage nach derselben. Bei der Section zeigten sich bei allen drei Thieren in den Lungen und auf dem Mesenterium zahlreiche, theilweise käsige Knötchen, in welchen Tuberculosebacillen mikroskopisch nachgewiesen wurden; Kaninchen *a* hatte ausserdem acute, eiternde, pleurale und pericardiale Entzündung. Alle drei Thiere waren von unserer eigenen Züchtung, auch beobachteten wir unter den zahlreich gefallenen anderen Kaninchen nur ausnahsweise Tuberculose.

Die Thiere der zweiten Serie zeigten nach der Injection von dem 11. Tage an, 10 Tage hindurch eine im Maximum 0·8° C betragende, abends besonders hervortretende Temperatursteigerung. Später war die Temperatur unregelmässig, abends meist etwas erhöht. Die Thiere stehen noch unter der Beobachtung.

IV. Die Ursache der Alkalicitätssteigerung des Blutes.

Wir nahmen eingehende Untersuchungen vor, um klar zu stellen, welche Bestandtheile des Blutes die nachgewiesenen Schwankungen der Alkalicität hervorrufen. Zuerst bemühten wir uns, aus Kaninchenblut- oder Ochsenblutserum die alkalische Substanz zu extrahieren, fällen u. s. w., und zwar durch fractioniertes Erwärmen, Destillieren (auch bei niedriger Temperatur und im luftverdünnten Raume), Destillieren in Bromwasser, Niederschlagen (fractioniert) mittels Alkohols, Extrahieren aus saurer und alkalischer Lösung mittels Aethers, Chloroforms, Petroleumäthers, Methylalkohols, Amylalkohols u. s. w. — ohne jedweden positiven Erfolg. Dann entschlossen wir uns, die Alkalicität des im erhitzten Blutserum sich bildenden Coagulums, sowie des hiervon abfiltrierten und mit destilliertem Wasser nachgewaschenen Serums separat zu bestimmen; ferner veraschten wir Blut, Blutserum, sowie dessen Coagulum und den übrig bleibenden Rest gesondert und bestimmten deren Alkalicität. Selbstverständlich verfuhren wir bei diesen Manipulationen mit Vorsicht, um bei der geringen Menge des zu analysierenden Objectes nicht irregeführt zu werden.

So dehnten wir die Titration des Coagulums auf längere Zeit — ev. mehrere Stunden — aus, da wir beobachteten, dass die Säure nur ganz allmählich in das Coagulum eindringt. (Vergl. weiter oben.) Die Veraschung erfolgte in kleinen, platten Platinschalen, bei mässigem Feuer, und gelang ohne Schwierigkeit; die Alkalicität des Filterpapiers wurde in Abzug gebracht, etc.

Die Serum- und Aschentitrationen ergaben Folgendes:

1. Sechs Proben frisch centrifugierten Blutes eines gesunden Kaninchens neutralisierten pro 1 ccm folgende Mengen (ccm) N/100-Weinsteinsäure:

a) Nach der Centrifugierung sogleich titriert		4·77
b) „ „ „ „ „		4·77
c) Auf 100° C. (im Wasserbade) erwärmt		4·61
d) „ „ „ „ „		4·61
e) Auf 100° C. erwärmt, filtriert:		
α) das Filtrat	1·75	4·68
β) das Coagulum	2·94	

f) Ebenso, wie sub *e*:
α) das Filtrat . . . . . 1·75 | 4·71
β) das Coagulum . . . . . 2·96 |

2. Blutserum, resp. Serumasche eines gesunden Kaninchens, mit *N*/100-Weinsteinsäure titriert:

a) Serum, nach Centrifugierung sogleich titriert . . . 3·697
b) « « « « « . . . 3·697
c) Serum, auf 100° C. erwärmt und filtriert:
α) das Filtrat . . . . . 1·630 | 3·843
β) das Coagulum . . . . . 2·213 |
d) Wie sub *c)*:
α) das Filtrat . . . . . 1·630 | 3·763
β) das Coagulum . . . . . 2·133 |
e) Die Gesamtasche von 1 ccm. Serum . . . . . 2·326
f) « « « 1 « « . . . . . 2·365
g) Serum auf 100° C. erwärmt, filtriert, Filtrat und Coagulum separat verascht:
α) Asche des Filtrats . . . . . 0·854 | 2·285
β) Asche des Coagulums . . . . . 1·431 |
h) Wie sub *g)*:
α) Asche des Filtrats . . . . . 0·854 | 2·166
β) Asche des Coagulums . . . . . 1·312 |

3. Blutserum, resp. Serumasche eines gesunden Kaninchens, wie sub 2.

a) Serum, sogleich titriert . . . . . 4·771
b) « « « . . . . . 4·771
c) Serum, auf 100° C. erwärmt . . . . . 4·910
d) « « 100° « « . . . . . 4·871
e) Serum, auf 100° C. erwärmt, filtriert:
α) das Filtrat . . . . . 1·749 | 4·830
β) das Coagulum . . . . . 3·081 |
f) Serum wie sub *e)*:
α) das Filtrat . . . . . 1·749 | 4·850
β) das Coagulum . . . . . 3·101 |
g) Gesamtasche von 1 ccm. Serum . . . . . 4·055
h) « « 1 « « . . . . . 4·055
i) Serum, auf 100° C. erwärmt, filtriert; Filtrat und Coagulum separat verascht:
α) Asche des Filtrats . . . . . 1·789 | 4·075
β) Asche des Coagulums . . . . . 2·286 |

j) Serumasche wie sub *i)*:		
α) Asche des Filtrats	1·829	4·055
β) Asche des Coagulums	2·226	

4. Ochsenblut; Serum im Eisschrank separiert. Je 10—10 ccm Serum, resp. deren Asche mit Schwefelsäure titriert, zeigten, auf 1 ccm berechnet, folgende Alkalicität (in ccm *N*/100-S.):

a) Serum		5·44
b) „		5·44
c) Serum, auf 100° C. erwärmt, filtriert:		
α) das Filtrat	1·61	5·29
β) das Coagulum	3·68	
d) Wie sub *c)*:		
α) das Filtrat	1·62	5·30
β) das Coagulum	3·68	
e) Asche:		
α) Asche des Filtrats	0·88	3·18
β) Asche des Coagulums	2·30	
f) Asche:		
α) Asche des Filtrats	0·89	3·17
β) Asche des Coagulums	2·28	

5. Anderes Ochsenblut, wie sub 4 untersucht.

a) Serum		6·00
b) „		6·00
c) Serum, auf 100° C. erwärmt, filtriert:		
α) das Filtrat	1·60	5·64
β) das Coagulum	4·04	
d) Serum wie sub *c)*:		
α) das Filtrat	1·60	5·62
β) das Coagulum	4·02	
e) Asche:		
α) Asche des Filtrats	0·84	3·68
β) Asche des Coagulums	2·84	
f) Asche:		
α) Asche des Filtrats	0·85	3·67
β) Asche des Coagulums	2·82	

6. Blutserum, resp. Blut- und Serumasche von drei Kaninchen (*a*, *b*, *c*), welche 2 Monate vorher mit Tuberculose geimpft, bei der Blutentnahme tuberculös befunden worden, zeigten pro 1 *Gramm* folgende Alkalicität (*N*/100-Schwefelsäure):

		b	*c*
a) Serum, nach Centrifugierung sogleich titriert	5·34	4·636	4·529
b) Die Asche von 1 g. Serum	4·35	4·08	4·16
c) " " " 1 " "	4·39	4·08	4·18
d) " " " 1 " "	4·35	—	—
e) " " " 1 " Blut	4·30	3·93	3·64
f) " " " 1 " "	4·33	3·95	3·62
g) " " " 1 " "	4·25	—	—

Aus diesen Untersuchungen geht evident hervor:

a) dass der grössere Antheil von Alkali sich im durch Wärme coagulierbaren Theile des Blutserums vorfindet;

b) dass die Alkalicität des Blutserums sich beträchtlich höher stellt, als die gesammte Alkalicität der *geglühten gesammten* Blut-, resp. Serumasche.

Es kann schon aus diesem mit gewisser Wahrscheinlichkeit geschlossen werden, dass der wichtigste Träger der Alkalicität des Serums — und deshalb wahrscheinlicherweise der entscheidende in den Schwankungen der Serumalkalicität — nicht die *Asche* (Aschenbestandtheile) des Serums, sondern vielmehr *eine organische Substanz* desselben ist.*

Diese wichtige Rolle der organischen Substanzen des Blutserums, gegenüber der Aschenbestandtheile bekräftigen, nach unserer Ansicht, unsere Paralleltitrationen nach Limbeck's Methode.

Limbeck säuert das Blutserum mit überschüssiger Salzsäure an, und titriert die diluierte heisse Probe, mit Natronlauge bis zum Erscheinen eines beständigen Niederschlages, wodurch die Flüssigkeit getrübt wird, zurück. Diese Methode soll betreffs des *durch die Salze des Blutes*, resp. des Blutserums bedingten Alkalescenzgrades in praxi gute Werthe liefern.**

Wir wollen uns nicht in eine Kritik über die Brauchbarkeit oder Genauigkeit der Methode einlassen und begnügen uns mit der

* Möglicherweise eine Substanz, welche im durch Wärme hervorgerufenen Coagulum des Serums enthalten ist. Diesbezügliche nähere Untersuchungen konnten wir derzeit noch nicht ausführen; sie sollen aber demnächst in Angriff genommen werden.

** Vergl. R. R. v. Limbeck, Grundriss einer Klin. Pathologie des Blutes. 2. Aufl. p. 51. Jena (Fischer) 1896.

Constatierung der Ergebnisse unserer Paralleltitrationen, wobei noch bemerkt sei, dass wir — in Anbetracht der geringen Menge des zu unseren Untersuchungen dienenden Blutserums — nicht 5, sondern bloss 1 ccm Serum titrierten und Verdünnung und Ansäuerung dem proportional vornahmen.

Das Resultat war nun, dass die Alkalicitätswerthe des *Blutserums gesunder Kaninchen* nach unserer, sowie nach LIMBECK's Methode ziemlich gleich ausfielen; sie differierten jedoch erheblich bei der Titration von Blutserum *mit Diphterietoxin, resp. Antitoxin injicierter Kaninchen.* In dieser Differenz äusserte sich jedoch eine gewisse Gesetzmässigkeit: während nämlich bei mit *Toxin* behandelten Thieren unter 10 Paralleltitrationen die LIMBECK'sche Methode 9mal *höhere* Werthe zeigte, als unsere Methode, erreichte jene, bei mit *Antitoxin* injicierten Kaninchen, unter 10 Titrationen 8mal *niedrigere* Alkalescenzwerthe als unsere Methode. Die LIMBECK'sche Methode reagiert sonach weder auf die Steigerung der Alkalescenz bei Antitoxininjectionen, noch auf die Verminderung der Alkalicität bei Toxineinspritzungen im gleichen Masse, als unsere Methode.

Wenn nun die LIMBECK'sche Ansicht, dass seine Methode insbesondere die durch die Salze bedingten Alkalescenzgrade wiedergibt, richtig ist, so weisen jene Differenzen in den Paralleltitrationen darauf hin, dass die Steigerung, resp. Verminderung des Alkalescenzgrades bei Antitoxin- und Toxininjectionen nicht so sehr von der Vermehrung oder Verminderung *der Salze*, sondern anderer, namentlich *organischer* Substanzen des Serums verursacht wird.

Auf Grund dieser Erfahrungen schien uns wichtig, die Alkalicität der Serumasche in gesunden, wie auch in mit Toxin und mit Antitoxin behandelten Thieren zu bestimmen. Nachfolgende Tabellen zeigen die Alkalicität des Blutserums *(a)* und der Serumasche *(b)* in N/100-Salzsäure pro 1 ccm Serum:

1. *Serie. Injektion von Diphtherietoxin.*

Gewicht der Kaninchen	Alkalicität vor der Injektion	Toxin (ccm. pro Kilo)	Alkalicität nach der Infektion 24 Std.	4×24 Std.
1030	*a)* 4·25	0·4	*a)* 3·40	†
	b) 2·50		*b)* 2·625	
980	*a)* 4·25	0·4	*a)* 3·225	†
	b) 2·10		*b)* 2·00	

2. *Serie. Injektion von Diphtherieantitoxin.*

945	*a)* 4·30	0·8	*a)* 4·75	*a)* 4·15
	b) 2·10		*b)* 2·15	*b)* 2·875
				b) 2·875
1135	*a)* 4·65	0·8	*a)* 5·325	*a)* 4·35
	b) 2·15		*b)* 2·00	*b)* 2·75
				b) 2·75

3. *Serie. Injektion von Tuberculoseserum.*

				2×24 Std.
1160	*a)* 4·10	0·5	*a)* 4·50	*a)* 4·25
	b) 3·00		*b)* 2·00	*b)* 2·30
1085	*a)* 4·20	1·0	*a)* 4·65	*a)* 4·20
	b) 2·575		*b)* 1·95	*b)* 2·00
1270	*a)* 4·35	2·0	*a)* 4·775	*a)* 4·00
	b) 2·75		*b)* 1·85	*b)* 2·55

Die Alkalicitätswerthe der Serumasche weisen, entgegen den regelmässigen, fast gesetzmässigen Schwankungen der Serumalkalicität, gar keine Regelmässigkeit auf, namentlich ist aber evident, dass weder die Steigerung der Serumalkalicität, noch deren Verminderung durch die Aschenbestandtheile des Serums hervorgebracht werden können, woraus selbstverständlich folgt, dass *die Alkalizunahme bei Immunisation, bei Antitoxinbehandlung durch andere, namentlich durch organische Substanzen, zustande gebracht wird, welche Substanzen sich, infolge von Immunisierung und Antitoxinbehandlung im Blute vermehren, infolge von Infektion, Toxininjektion jedoch vermindern.*

Schlusswort.

Die dargelegten Untersuchungen weisen darauf hin, dass einerseits Infektion, Immunisation, sowie Toxin- und Antitoxineinspritzungen, andererseits Verminderung, resp. Erhöhung des Alkalicitätswerthes des Blutserums in einem auffallenden, ganz regelmässigen, man möchte sagen, gesetzmässigem Verhältnisse zu einander stehen. Dieser gesetzmässige Zusammenhang wird auch durch die Beobachtungen anderer Autoren, so besonders durch die schönen Versuche CALABRESE's bekräftigt.

Ferner konnte nachgewiesen werden, dass jene Erhöhung der Alkalicität bei Immunisation, resp. Antitoxinbehandlung durch Vermehrung von organischen Stoffen im Blute verursacht wird.

Die wichtigste Frage bildet nun: Woher entspringt jene organische Substanz? Dieselbe wird keinesfalls durch die injicierte Flüssigkeit geliefert, weil - wie bei den Versuchen angegeben ist - die Alkalicität der Injektionsflüssigkeiten eine verschwindend geringe ist. Ebensowenig mag jener organische Stoff aus irgendwelcher chemischen Umänderung der Injektionsflüssigkeit hervorgehen, da die Erhöhung der Alkalicität mit der Menge der eingespritzten Flüssigkeit in keinem regelmässigen Verhältnisse steht, was doch bei einer einfach chemischen Umänderung der Injektionsflüssigkeit naturgemäss zu erwarten wäre.

Alles weist darauf hin, dass jene Injektionen als *specifische Erreger* wirken, welche eine *vitale Reaktion* im Körper des Thieres hervorrufen, auf welche Reaktion hin der Körper, resp. die Leukocyten desselben *specifische Substanzen* entwickeln, welche bactericide, antitoxische Wirkungen hervorbringen. FODOR nannte diese Reaktion des Körpers «*Cytochemismus*».*

Die dargelegten Blutalkalicitätsbestimmungen weisen eine solche vital-chemische Reaktion positiv nach, dieselben ermöglichen sogar die Schwankungen jener vitalen Processe zu verfolgen und bis zu einem gewissen Grade zu messen. Die Schwankungen jener Alkalicitätswerthe sind dementsprechend chemische Anzeiger,

* Transactions of the seventh international congress of Hygiene, etc. London. Vol. II. p. 177.

ja Messer, der im Körper, nach Infektion etc., sich entwickelnden vitalen Reaktion des Cytochemismus.

Und da — wie nachgewiesen — die Alkalicitätswerthe im engen Verhältnisse stehen mit dem Kampfe des Organismus gegen Infektionsstoffe, Toxine, mit dem Widerstehen oder Unterliegen des Thieres einer Infektion gegenüber, so sind jene Alkalicitätswerthe schätzbare Verkünder des Standes jenes Kampfes im Organismus. Ebenso geben die Alkalicitätsmessungen ein werthvolles Mittel dem Forscher an die Hand, um auch die Wirkungen von Immunisation, Antitoxinbehandlung u. s. w. auf den Körper, resp. auf inficierende und toxische Agentien zu verfolgen.

Ob nun — schliesslich — jene alkalische Substanz, welche das Titrieren nach Immunisation und Antitoxinbehandlung im Blute nachweist, und welche wir als organisch bewiesen zu haben vermeinen, *identisch* ist mit jenem Körper, welcher das inficierte Thier gegen Infektion, resp. Toxinwirkung schützt, und wenn ja, auf welche Weise dieselbe gebildet wird, ob denselben der Organismus neu erzeugt, secerniert, oder ob — wie es WASSERMANN meint,* dem wir jedoch auf Grund des oben Dargelegten kaum beipflichten können — die Vermittelung des lebenden Organismus aus dem Antitoxin selbst diejenige active Verbindung frei macht, welche dann im lebenden Körper das Gift unschädlich macht und endlich, auf welche Weise die Zerstörung von Infektionsstoffen und Toxinen im Körper bewerkstelligt wird, das sind Fragen, die durch weitere, eindringende Untersuchungen klar zu stellen sind.

* Zeitschrift f. Hygiene, Bd. XXII. Heft 2. p. 312.

7.

DAS BLUT MIT TYPHUSBACILLEN INFICIERTER THIERE.

Von Prof. JOSEF FODOR und Dr. GUSTAV RIGLER.

Vorgelegt in der Sitzung d. ung. Akademie der Wiss. am 14. März 1898.

Aus »Mathematikai és Természettudományi Értesítő« (Math. és Naturw. Berichte aus Ungarn) Band XVI.

In Verfolgung der Untersuchungen von PFEIFFER und KOLLE, BORDET, GRUBER und DURHAM, WIDAL * u. A. bezüglich der Einwirkung des Blutes gegen Typhus immunisierter Thiere, sowie an Typhus erkrankter Menschen auf Typhusbacillen, stellten wir uns die Frage, *ob das Blut mit Typhusbacillen frisch inficierter Thiere nicht ebenfalls Agglutinationserscheinungen darbietet?*

In unseren einleitenden Versuchen bemerkten wir, dass das Blut, resp. das mit elektrischer Centrifuge aus dem frischen Blute erhaltene Serum mit 24-stündigen Typhus-Bouillonculturen (1—5 ccm subcutan) injicierter Kaninchen, schon nach 24 Stunden eine deutliche Verminderung der Beweglichkeit der Typhusbacillen (24-stündige Bouilloncultur) verursachte, was besonders bei Parallelversuchen mit dem Blutserum gesunder Kaninchen hervortrat; nach 48 Stunden war die Abnahme der Beweglichkeit noch ausgesprochener; es zeigte sich sogar eine geringe Agglutination. Nach 3mal 24 Stunden war die Bewegungslosigkeit und Agglutination vollständig entwickelt.

* Die ausführliche Literatur siehe bei R. BENSAUDE, Le phenomène de l'agglutination etc. Paris 1897.

Blutserum und Bouilloncultureu wurden in dieser Versuchsreihe in gleicher Menge miteinander vermengt.

Aehnliche Versuche und Ergebnisse veröffentlichten ACHARD und BENSAUDE.*

*Coli*bacillen, sowie *Cholera*bacillen, *Bac. subtilis*, *Bac. pyocyaneus* zeigten keine derartige Beeinflussung durch das Blutserum von Typhus-Kaninchen.

Weitere, eingehendere Untersuchungen unternahmen wir mit Meerschweinchen, denen wir pro 300 g Körpergewicht 1 ccm 48-stündige *Typhus-*, resp. *Coli*-Bouilloncultureu unter die Haut spritzten, und dann in Intervallen des Blutserums mit 24-stündigen Typhus-, resp. *Coli*-Bouilloncultureu im hängenden Tropfen untersuchten. Das Blut wurde von den Ohren der Thiere in 10 cm langen Capillarröhrchen aufgefangen und gleich centrifugiert.

Wir vermischten das Blutserum mit der Bouilloncultur sowohl in *āā* Partes, wie auch dermassen, dass wir zu 50 Theilen Bouilloncultur 1 Theil Blutserum nahmen.

Wir benutzten zu den Versuchen 4 Typhusculturen von verschiedener Herkunft, wovon drei sehr alte Culturen waren, während die vierte aus der Milz eines an Typhus Verstorbenen vor kurzer Zeit isoliert worden war. Alle wiesen die bekannten Reactionen der echten Typhusbacillen — incl. der Agglutination mit dem Blute Typhuskranker — auf. Ferner verwendeten wir zu den vergleichenden Versuchen 4 *Coli*culturen, ebenfalls von verschiedener Herkunft, welche, auf die *Coli*reactionen sorgfältig geprüft, dieselbe prompt nachwiesen.

Die Ergebnisse stellen wir kurzgefasst in Folgenden zusammen:

a) Das Blut gesunder Meerschweinchen mit Typhusbouillon vermischt rief weder in dem Verhältniss von 1 : 1, noch in dem von 1 : 50, weder nach einer, noch nach mehreren Stunden Agglutination hervor.

Das Blut gesunder Meerschweinchen *mit Coliculturen* in dem Verhältniss von 1 : 1 vermischt, zeigte öfters Anzeichen einer Agglutination: Viele Bacillen schlugen sich zu Häufchen zusam-

* Loc. cit.

men und blieben bewegungslos; die Häufchenbildung war jedoch keine allgemeine, die unbeweglichen Bacillen ballten sich wenig zusammen, vielmehr lagen dieselben zerstreut im Gesichtsfelde umher, auch behielten eine Anzahl Bacillen ihre Bewegungen bei (Pseudoagglutination). In dem Verhältniss von 1 : 50 konnten wir eine Agglutination oder Pseudoagglutination nicht beobachten.

b) Das Blut mit verschiedenen Typhusculturen injicierter Meerschweinchen, mit *Typhusculturen* in der Proportion von 1 : 1 vermischt, weist schon am 3. Tage nach der Injection der Thiere eine ausgesprochene Agglutination auf, welche jedoch nur allmählich (in 4—24 Stunden) unter dem Mikroskope sich entwickelt. — Die Einwirkung des Blutes auf die Typhusculturen wird von Tag zu Tag energischer, und erweist sich am 8.—10. Tage am kräftigsten. Von dem 12. Tage an vermindert sich jedoch abermals die Agglutinationskraft des Blutes, obgleich dieselbe auch noch am 77—80. Tage bemerkbar bleibt.

Wird Blutserum und Typhusbouillon *in der Proportion von* 1 : 50 vermischt, dann ist die Agglutinationskraft noch am 5.—6. Tage nach der Injection schwach entwickelt, am 8.—10. Tage jedoch energisch. Dann schwindet dieselbe allmählich, konnte jedoch selbst am 59. Tage noch constatiert werden.

Die Agglutinationserscheinung ist in Präparaten, in welchen das Blutserum mit 50-facher Menge der Typhusbouillon vermischt wird, deutlicher zu beobachten, als in Präparaten, wo Blutserum und Typhusbouillon in gleicher Menge vermischt wurden. In den letzteren Präparaten verlieren nämlich die Typhusbacillen allmählich ihre Form, und schrumpfen oft zu *coccus*ähnlichen Körpern zusammen.

Eine noch weitergehende Verdünnung der Sera (1 : 100—1 : 150 schien uns in ihrer Wirkung unzuverlässig.

c) Das Blut mit verschiedenen Typhusculturen injicierter Meerschweinchen ruft in *Coliculturen* in der Proportion von 1—1 oft eine Pseudoagglutination hervor, ebenso wie das Blut gesunder Thiere. Zu 1 : 50 vermischt, konnten wir noch immer in einigen Fällen Spuren von Agglutination — schwache Pseudoagglutination — beobachten, aber deutlich entwickelte Agglutination nimmermehr.

Unsere Protokolle weisen zwar *eine Beobachtung* auf, wo das Blut eines Typhus-Meerschweinchens, zu 1 : 50 mit einer *Coli*-cultur vermischt, eine positive Agglutination aufwies. Wir müssen jedoch diesen *einzigen* Fall für einen Beobachtungs- oder Protokollierungs-«Irrthum» halten, da das Blut desselben Typhus-Meerschweinchens, gleichzeitig mit drei *Coli*culturen untersucht, keine Agglutination hervorrief, ferner zeigte auch jene *Coli*cultur weder bei vorausgegangenen, noch bei nachfolgenden Versuchen eine Agglutination durch das Blut jenes Typhus-Meerschweinchens.

d) Mit verschiedenen Coliculturen injicierte Meerschweinchen lieferten am 6.—10. Tage nach der Injection ein Blut, das, *in der Proportion von* 1 : 1, *mit Typhus- oder Coliculturen* vermischt, oft eine starke Pseudoagglutination hervorrief, insbesondere in *Coli*-culturen, namentlich in Culturen, aus welchen auch die zur Injection des Thieres benutzte *Coli*cultur hervorging.

In der *Proportion von* 1 : 50 ruft das *Coli*-Thierblut mit *Typhusculturen* nur ausnahmsweise, und nur schwache Pseudoagglutination hervor, mit *Coliculturen* jedoch, insbesondere wieder bei jenen *Coli*culturen, welche auch die zur Injection des Thieres benutzte *Coli*cultur lieferten, zeigt sich öfters eine Pseudoagglutination.

Aus dem Dargestellten erhellt, dass das *Blut mit Typhusbacillencultur injicierter Meerschweinchen ein geeignetes Reagenz zur Erkennung der Typhusbacillen und zur Differenzierung derselben gegen Bacillen der Coligruppe abgiebt.* Ebenso folgt aus denselben, dass wir in der Agglutinationserscheinung einen werthvollen *Beweis für eine typhöse Erkrankung der mit Typhusbacillen injicierten Thiere,* und ein bequemes und vertrauenswürdiges *Mittel zur Constatierung derartiger Erkrankung* besitzen.

Um aber bei den Agglutinationsversuchen einem Irrthum, einem voreiligen Schluss möglichst vorzubeugen, soll Bedacht genommen werden darauf,

1. Dass das Blut eines mit der Bouilloncultur eines verificierten *Typhusbacillus* geimpften Meerschweinchens etwa am 8.—10. Tage nach der Injection zum Agglutinationsversuch verwendet werde. Es ist rathsam, 2—3 Prüfungen (etwa am 8., 9. und 10. Tage) vorzunehmen.

2. Das Blutserum soll mit 50-facher Menge der 24-stündigen Bouilloncultur des zu untersuchenden Bacteriums vermischt werden, und soll 1—4 Stunden hindurch im hängenden Tropfen beobachtet werden.

3. Mit besonderer Vorsicht soll geprüft werden, ob vollständige Agglutination sich entwickelt hat, oder ob blos eine partielle Agglutination und Immobilisierung vorhanden ist (Pseudoagglutination).

4. Mit der Bouilloncultur des zu untersuchenden Bacteriums sollen Meerschweinchen geimpft werden, und nach 8—10 Tagen ihr Blut mit Bouillonculturen verificierter Typhusbacillen auf Agglutinationskraft geprüft werden.

Das Blut mit Typhusbouillon injicierter Meerschweinchen behält in vitro längere Zeit hindurch seine Agglutinationskraft. So fanden wir das frisch centrifugierte, und dann im Eisschrank aufgehobene Blutserum eines am 8. Tage nach der Typhusinjection getödteten Thieres noch nach einen Monat vollkräftig. Nach 6 Wochen nahm jedoch die Agglutinationsfähigkeit bedeutend ab.

Die Menge der zur Injection benutzten Typhusbouillon scheint insofern von Wichtigkeit zu sein, dass 0·1 und 0·5 ccm Bouilloncultur pro 300 g Thier schwächere Agglutinationskraft hervorriefen als 1 ccm.

Die Erhöhung dieser Menge blieb jedoch ohne weiteren Einfluss auf die Entwickelung der Agglutinationsfähigkeit des Blutes, da Thiere, welche 5 ccm Typhusbouillon pro 300 g unter die Haut bekamen, weder früher, noch stärker agglutinierten, als Parallelthiere, welchen blos 1 ccm pro 300 g eingespritzt wurde.

Wir haben Untersuchungen auch in jener Richtung unternommen, ob nicht in den einzelnen parenchymatösen Organen oder in deren Secreten früher oder stärker als im Blute die Agglutinationsfähigkeit sich entwickelt?

Zu diesem Zwecke tödteten wir die Typhus-Meerschweinchen am 1., 2. u. s. w. Tage nach der Injection mit Typhusbouillon, und untersuchten das Blutserum, die Galle, die Milz, die Leber, die letzteren mit gleichem Gewicht steriler Bouillon verrieben und dann centrifugiert, auf Agglutinationsfähigkeit, wobei sich ergab, dass das Blutserum am ehesten und am energischsten Agglutination hervorrief.

Über ähnliche Resultate berichten Achard und Bensaude (l. c.)

Wenn nun auch unsere Versuche mit verschiedenen Culturen von *Typhus-* und *Coli*bacterien die Agglutination als eine vertrauenswürdige Reaction zur *Constatierung der Typhusbacillen*, sowie zur *Erkennung der typhösen Erkrankung* der Versuchsthiere erwiesen, so können wir nicht umhin, zuzugestehen, dass diese Versuche noch immer nicht genügend sind, um behaupten zu können, dass die Agglutination *in allen Fällen ein sicheres* Erkennen der Typhusbacillen zulässt. Es mag wohl möglich sein, dass auch solche Typhusbacillen vorkommen, welche ihr originelles Wesen so sehr abgeändert haben, dass sie weder durch Typhus-Blutserum agglutiniert werden, noch das mit ihrer Bouilloncultur injicierte Thier typhuskrank, resp. gegen Typhusbacillen agglutinationsfähig machen. Weitere und recht zahlreiche Versuche können das Vorkommen oder das Fehlen solcher Organismen klarstellen. Trotzdem — kann jedoch bezüglich solcher eventuell vorgefundener Organismen mit grosser Wahrscheinlichkeit behauptet werden, dass dieselben weder kurze Zeit vor ihrer Isolierung als Infectionserreger thätig waren, noch als Infectionserreger zu wirken befähigt sind. Infectionstüchtige Typhus-Organismen sind höchstwahrscheinlich auch agglutinationstüchtig und vice versa.

Wir wollen zum Schluss darauf hindeuten, was übrigens wohl einem jeden Bacteriologen sofort in die Augen fällt, dass das hier klargestellte ganz analoge Verhalten (die Agglutinationsfähigkeit) des Blutes mit Typhusculturen injicierter Meerschweinchen mit dem Blute an Typhus erkrankter Menschen einen sehr auffallenden und werthvollen Beweis dafür liefert, dass nicht nur im Thiere, sondern auch im menschlichen Organismus thatsächlich der *Typhusbacillus* die typhöse Erkrankung hervorruft; ferner, dass die artificielle Erkrankung des Versuchsthieres, sowie die spontane Krankheit des Menschen, trotz der grossen Divergenz ihrer sonstigen pathologischen Symptome, doch im Thiere wie auch im menschlichen Organismus unter gleichen, ganz speciellen biochemischen Processen einhergeht, folglich, dass experimentelle Thierkrankheit und spontane Erkrankung des Menschen in ihrer Grundursache und in ihrem biochemischen Verlauf identisch ist.

8.

DER EINFLUSS DER GALLE AUF DEN STOFFWECHSEL.

Von Dr. ARMIN LANDAUER,

Privatdocent und Assistent am physiolog. Institut d. Universität.

Ein Theil der Preisarbeit aus der Rózsay-Stiftung der ungar. Akad. der Wissenschaften.

Vorgetragen in der Sitzung der physiologischen Section der kön. ung. Naturwissenschaftlichen Gesellschaft am 31. Mai 1898.

ERSTES CAPITEL.

Historische Einleitung.

Über die Aufgabe der Galle waren die Ansichten von den ältesten Zeiten bis zu unseren Tagen sehr verschieden. Während man früher, z. B. im 17. und 18. Jahrhunderte, die Bedeutung der Galle zu Folge ihrer kaum bekannten physiologischen und chemischen Eigenschaften, sowie aus anatomischen Verhältnissen zu erklären suchte, geschieht dies in neuerer Zeit — abgesehen von der eindringlicheren Untersuchung der Galle — hauptsächlich vermittels Thierversuche und wo es möglich ist, durch an Menschen angestellte Beobachtungen.

Welcher Art die Anschauungen im 17. Jahrhundert über die Rolle der Galle waren, beweist beispielsweise die Ansicht des berühmten englischen Anatomen GLISSON (1), der in einigen Abschnitten seines Werkes über die Anatomie der Leber sich auch mit der Aufgabe der Leber und der Galle beschäftigt. Seiner Ansicht nach steigert die Galle die Darmbewegungen und erleichtert also die Entleerung des Darmes; ausserdem sollte sie mittels

ihres grossen Salzgehaltes die Fäulniss hintanhalten. Erwähnenswerth ist ferner, dass GLISSON die Galle blos für ein Excrement hält, welches mit der Verdauung nichts zu schaffen hat. Die die Peristaltik steigernde Wirkung der Galle wurde auch von anderen Forschern beobachtet, so zeigten neuere Untersuchungen Prof. BÓKAY's (21), dass die Galle, sowie die 3 gallensauren Salze (taurocholsaures Natrium, glycocholsaures Natrium und cholsaures Natrium) eine centrale, sowie eine peripherische Peristaltik befördernde Reizwirkung ausüben.

Unter den älteren Ansichten ist diejenige HEIMBURGER's (2) interessant, der nämlich in seiner 1679 zu Leipzig erschienenen Dissertation sich dahin äussert (Caput III de usu bilis XVIII. §.), dass die Galle, vermöge ihrer dichten, öligen Beschaffenheit, zur Concentration flüssiger, eventuell zur Verdünnung übermässig dichter Nahrung bestimmt wäre, infolge welcher Eigenschaft sie verschieden feste Nahrung zu einem mittelmässig concentrierten Chylus umzuwandeln im Stande ist.

Unter den Forschern des 18. Jahrhundertes meint HALLER (3), dass die Galle ein zur Verdauung nothwendiges Secret sei, da sie sich nicht in das Ende, sondern in den Anfangstheil des Darmtractes ergiesst.

Anfangs des 19. Jahrhunderts suchte man bereits mittels Beobachtungen an Thieren die Bestimmung der Galle zu erforschen; so fand:

BRODIE (4) an einer jungen Katze, dass nach Unterbindung des Ductus choledochus der Inhalt des Ductus thoracicus nicht mehr weiss wurde, demzufolge er meint, dass aus dem Chylus sich kein Nährsaft bildet, demnach die Galle bei deren Bildung eine Rolle spielt.

Ähnliche Untersuchungen wurden von TIEDEMANN und GMELIN (5) angestellt, welche Forscher die Verdauung an Hunden mit unterbundenem Ductus choledochus untersuchten. Betreffs der Forschungen BRODIE's kamen sie zu dem Ergebniss, dass nach Unterbindung des Ductus choledochus der Chylus wohl nicht weiss wurde, doch die gewöhnlichen Bestandtheile enthielt.

Die Wirkung der Galle auf die Verdauung betreffend, schliessen TIEDEMANN und GMELIN:

1. Da die Fæces bei Mangel an Galle sehr consistent waren, dass die Galle unter normalen Verhältnissen die Darmschleimhaut reize und auf diese Art eine reichlichere Ausscheidung des Darmsaftes erwirke.

2. Dass die Galle die Musculatur des Darmes reizt und dadurch lebhaftere peristaltische Bewegungen auslöst. Sie folgern dies aus dem Umstande, dass bei Mangel an Galle die Darmentleerungen seltener waren.

3. Da bei Mangel an Galle die Fæces stark üblen Geruch entwickelten schliessen sie, dass die Galle die Darmfäulniss hintanhalte.

4. Würde nach Tiedemann und Gmelin der Einfluss der Galle auf die Verdauung darin bestehen, dass sie vermöge ihrer alkalischen Reaction den in die Därme eintretenden Magensaft neutralisiert, ferner das Fett in feine Stäubchen zertheilt.

5. Würde die Galle vermöge ihres Gehaltes an Picromel, Osmazom und Cholsäure die Assimilation der Nahrungsstoffe befördern, u. zw. aus dem Grunde, weil diese Substanzen in den Fæces der Versuchsthiere nicht nachgewiesen werden konnten.

Ein neues Verfahren zur Erforschung der Aufgabe der Galle und zur Untersuchung ihrer Ausscheidung wurde von Schwann (6) angewendet, der nämlich an Thieren, namentlich an Hunden, totale und permanente Gallenfisteln anbrachte. An solchen Thieren suchte er die Frage zu lösen, ob die Galle zur Erhaltung des Lebens nothwendig sei oder nicht. Schwann folgert aus seinen Versuchen, dass Thiere in Folge Gallenmangels früher oder später (bei seinen Versuchen innerhalb 7 —64 Tagen) an Symptomen der Inanition zu Grunde gehen. Daher hält er die Galle nicht für ein blosses Excrement, sondern für ein, zur Erhaltung des Lebens nothwendiges Secret.

Frerichs (7) untersuchte die verdauende Wirkung der Galle auf verschiedene Nahrungsstoffe, und beobachtete, dass dieselbe die neutralen Fette zu einer Emulsion umzuwandeln nicht im Stande sei, wogegen der Pancreassaft und der Darmsaft vereint zur feinen Zertheilung des Fettes beitragen. Auf die übrigen Nahrungsstoffe hat die Galle überhaupt keine Wirkung.

Bidder und Schmidt (9) suchten einerseits, gleich Schwann, nachzuweisen, ob die Galle zur Erhaltung des Lebens nothwendig

sei, andererseits untersuchten sie die Ausscheidung derselben und ihren Einfluss auf den Stoffwechsel. Die betreffenden Versuchsthiere gingen bei permanenter und totaler Gallenblasenfistel an Symptomen des allgemeinen Marasmus zu Grunde.

Diesen Marasmus schreibt BIDDER und SCHMIDT dem durch Abfluss der Galle entstandenen Stoffverlust zu; wo dieser Stoffverlust durch gesteigerte Nahrungsaufnahme nicht mehr zu ersetzen ist, erfolgt der Tod des Thieres.

Betreffs des Antheils der Galle an der Verdauung ergab sich Folgendes:

1. Aus dem Umstande, dass die Fæces der Versuchsthiere bei minimaler Nahrung einen sehr üblen Geruch verbreiten und sich viel Darmgase entwickeln, folgerten sie, gleich TIEDEMANN und GMELIN, dass der Galle eine antiseptische Wirkung zukomme.

2. Die Verdauung der *Eiweissstoffe* bei Mangel an Galle prüften sie, indem sie einen Hund mit Gallenblasenfistel mehrere (5—8) Tage mit Kalbsleber und Lunge fütterten, deren Wasser, Fett, Eiweiss und Salzgehalt bestimmt worden war. Dabei bestimmten sie den Gehalt der Fæces an neutralem Fette, an Fettsäuren und folgerten aus der Quantität des Restes auf die Quantität des Eiweisses, welches, trotz Gallenmangels, bis auf unbedeutende Spuren aus den Fæces verschwunden war.

3. Die Verdauung der *Amylaceen* prüften BIDDER und SCHMIDT, indem sie den Hund 8 Tage mit Brod fütterten, die Fæces aber unter dem Mikroskope mit Jod auf Amylumkörner prüften. Nun wurden aber unversehrte Körner nicht, sondern blos einzelne Trümmer derselben gefunden, in dem Maasse, wie man sie bei gesunden, mit Brod gefütterten Hunden findet. Demnach wäre amylumreiche Nahrung auch ohne Galle vollständig verdaubar.

4. Betreffs der Verdauung des Fettes fand sich, dass gesunde Thiere $2^1/_2$—5, ja bis 7mal so viel Fett zu verdauen im Stande sind, als solche mit Gallenfistel; demnach wäre bei den Gallenfisteln die Resorption der Fette vermindert. Sie schlossen hieraus, dass die Galle die Verdauung und Resorption der Fette wesentlich unterstütze. Die Ursache dieser Wirkung der Galle suchten sie theilweise in dem Umstande, dass die Fettsäuren unter Einwir-

kungen von Galle sich zu, in Wasser löslicher, Seife umwandeln. Da jedoch der grösste Theil der Fette des Chylus aus neutralen Fetten besteht und bei Hunden mit Gallenblasenfistel diese letzteren Bestandtheile im Chylus vermindert sind, meinen Bidder und Schmidt, dass die Galle die Resorption des neutralen Fettes befördert. Mit Wistinghausen (8) erklären auch Bidder und Schmidt diese Wirkung der Galle durch die Annahme, dass das Darmepithel von der Galle befeuchtet, eine grössere Anziehungskraft auf die Fette ausüben und auf diese Weise das Durchdringen der Fette zu dem Chylus erleichtern kann. Ferner ersieht man, dass nach Bidder und Schmidt, die Thiere zum Ersatz des infolge des Entfalls an Galle entstandenen Stoffverlustes verhältnissmässig viel Nahrung erforderten. Nach diesen Forschern wäre daher die Galle kein Verdauungssaft im eigentlichen Sinne des Wortes, da sie die feste Nahrung nicht löst; trotzdem könnte man sie aber unter die Verdauungssäfte reihen, da unter ihrer Einwirkung gewisse, in den Darmcanal aufgenommene, flüssige Nahrungsstoffe zur Deckung der Bedürfnisse des Organismus verwendet werden können.

Auf diese Art würde der Galle im Organismus eine bestimmte Function zukommen.

Die Erfahrungen Arnold's (14, nach Voit citirt) betreffs des Antheils der Galle bei der Verdauung von Nahrungsstoffen, stimmen mit denen Bidder und Schmidt's überein. Auch Arnold fand die Verdauung des Eiweisses und der Kohlenhydrate unverändert, wohingegen die Fette nur unvollkommen verarbeitet wurden. Arnold fand auch, dass ein Hund mit Gallenblasenfistel mehr Nahrung benöthigt, doch meint er, die Ursache dieses Umstandes sei ausser dem Bedürfnisse den erlittenen Stoffverlust zu ersetzen, noch in anderen Umständen zu suchen.

So wie Bidder und Schmidt, Arnold, fiel es auch Kühne (11) auf, dass mit Gallenblasenfisteln versehene Hunde mehr Nahrung benöthigen, als gesunde. Dies erklärt Kühne daraus, dass bei Gallenmangel das Eiweiss aus dem Mageninhalt bei seinem Übergang in den Dünndarm, nicht gefällt wird, daher gelöst bleibt und in diesem Zustande verhältnissmässig kurze Zeit im Darm verweilt, weshalb verhältnissmässig weniger Eiweiss verdaut und resorbiert wird.

Thanhoffer (12) weist nach, dass die Protoplasmafortsätze des Darmepithels der Frösche bei der Resorption des Fettes eine active Rolle spielen und beschreibt dabei die belebende Wirkung der Galle auf die Bewegung jener Fortsätze. Bei 12 Fröschen, deren Darm deutlich gelb, daher mit Galle durchtränkt war, waren die Bewegungen der Protoplasmafortsätze sehr lebhaft, während an weissen, mit Galle nicht durchtränktem Darm, Bewegungen der Protoplasmafortsätze nicht zu beobachten waren. Unter dieser Einwirkung der Galle ergreifen die sich bewegenden Fortsätze die Fettkügelchen nnd führen dieselben durch die Epithelzellen in den centralen Canal der Zotte.

Vott (16) veröffentlichte 1882 Untersuchungen über die Wirkung der Galle auf den Stoffwechsel, welche sich auf das Verhalten der verschiedenen Nahrungsstoffe, sowie auf Eiweiss, Fette und Kohlenhydrate beziehen. In seinen Versuchen prüfte Vott die Ausnützung der Nahrungsstoffe sowohl vor, als nach Anlegen der Gallenfistel und verglich die bei Gallenmangel gefundenen Werthe mit denen im normalen Zustande erhaltenen und stellte ferner das Maximum der Ausnützung der Nahrungsstoffe fest, sowohl im normalen Zustande des Thieres, wie auch bei Ausschluss der Galle.

Die Resorption des Eiweisses bei Mangel an Galle fand Vott nicht verschieden von der im normalen Zustande. Ebenso verhielten sich die Kohlenhydrate, deren Verhalten bloss aus der Menge des trockenen Kothes bestimmt wurde.

Die Fettresorption fand Vott verändert, denn während im normalen Zustande 99% des aufgenommenen Fettes resorbiert wurde, war dies bei Gallenmangel nur mit 40% der Fall. Dabei magerte das Thier ab, erholte sich jedoch bei Fleisch- oder Brodkost wieder und nahm an Körpergewicht zu.

Da Hunde mit Gallenfisteln bei fetter Kost abmagern, bei fettloser oder fettarmer Kost hingegen zunehmen, folgert Vott, dass die Thiere in den früheren Versuchen anderer Forscher deshalb an Inanition zu Grunde gegangen waren, weil sie gewöhnlich fette Nahrung erhielten, das Fett nur mangelhaft ausgenützt und auch die übrigen Nahrungsstoffe in Mitleidenschaft gezogen wurden; auf diese Art kann dem Nahrungsbedürfnisse nicht Rech-

nung getragen werden, daher das Thier zu Grunde geht. Die Todesursache solcher Thiere ist demnach nicht im Verluste der Galle zu suchen, welcher an und für sich ein geringer ist.

Nach Voit kommt das Fett im Koth bei Gallenmangel hauptsächlich als Neutralfett und nur im geringen Theil als Fettsäure vor.

Voit nimmt an, dass auch unter normalen Verhältnissen der überwiegende Theil des Fettes nicht gespalten, sondern als neutrales Fett resorbirt wird.

Nach Voit befördert die Galle die Resorption der Fette. Auch er schliesst sich betreffs dieser Function der Galle, gleich Bidder und Schmidt, der Erklärung Wistinghausen's an.

Röhmann (17) untersuchte die Fäulniss hindernde Wirkung der Galle, und suchte das Verhältniss zwischen præformirter und Äther-Schwefelsäure zu bestimmen, welches er, gleich Spiro (14), unverändert fand, d. h. die Fäulniss im Darme nahm bei Entfallen der Galle nicht zu. Der zweite Theil der Arbeit von Röhmann befasst sich mit der Wirkung der Galle auf die Fettresorption. Röhmann prüfte nämlich erst im normalen Zustande, dann bei angebrachter Gallenfistel die Resorption und Veränderung des aufgenommenen Fettes und der Seife, sowie das Verhalten des Stickstoffes am Hunde. Die Kost der Versuchsthiere bestand gewöhnlich aus dem Metzdorf'schen Hundezwieback mit 3·5% Nitrogen, ferner aus Butter, welche 87·9—88·7% feste Fettsäure enthielt; in einzelnen Fällen aus Seife und frischem Fleisch.

Bei Entfall der Galle fand er die Fettausnützung im Ganzen und Grossen unvollkommener, als unter normalen Verhältnissen. So fand sich z. B. bei gleicher Kost in 100 Theilen trockenen Kothes unversehrter Thiere 18·2%, bei Entfall der Galle 48·5—58·4% Fettsäure.

Nach Röhmann verlässt sowohl unter normalen Verhältnissen, als auch bei Entfall der Galle der grösste Theil des nicht resorbirten Fettes den Darm in gespaltenem Zustande, wobei die Menge der gebildeten Seife stets geringer ist, als die der Fettsäure. Nach Röhmann wurde daher bei Entfall der Galle der grösste Theil des Fettes gespalten, jedoch nicht resorbirt.

Müller (20) prüfte an Menschen die Resorption der Nährstoffe und fand die der Kohlenhydrate unverändert, die der Eiweiss-

stoffe nur wenig, die der Fette jedoch bedeutend vom Normalen abweichend. Er fand, dass in Fällen von Icterus, sowie im normalen Zustande die Fette eine hochgradige Spaltung erleiden, welche Erfahrung mit den an Hunden mit Gallenfistel gemachten Erfahrungen von RÖHMANN (s. oben) und MÜLLER selbst, übereinstimmt. Die Ausnützung der Aschenbestandtheile fand MÜLLER besser, als im normalen Zustande der Versuchsthiere.

MUNK (22) verglich an einem Hunde mit Gallenfistel die Ausnützung des Fettes bei Fütterung mit neutralem Fette und entsprechender Quantität Fettsäure und kam zu dem Resultat, dass die Fettsäuren besser resorbirt werden, als entsprechende Quantität neutralen Fettes. Bei Fütterung mit neutralem Fette bestand der grösste Theil des Fettes in den Fæces aus freier Fettsäure.

DASTRE (23) gab einem Gallenfistel-Hunde täglich 1 Liter Milch, 200 gr Brod und 400 gr Fleisch, mit durchschnittlich 55 gr Fettgehalt. Dabei wurde in drei (4—5-tägigen) Reihen 65%, 57%, 65% des aufgenommenen Fettes resorbirt. Bemerkenswerth ist, dass DASTRE, im Gegensatz zu RÖHMANN, MÜLLER und MUNK, im Ätherextracte der Fæces des Hundes mit Gallenfistel weder freie Fettsäure, noch Seife, sondern nur neutrales Fett und daneben andere nicht verseifbare organische Stoffe vorfand.

HIRSCHLER und TERRAY (27) prüften im physiologischen Institute der Universität zu Budapest die Fettresorption und die Darmfäulniss an einem Hunde mit Gallenfistel. Wenn das Thier täglich 53—59 gr Fett mit dem Fleisch zu sich nahm, wurde mit dem Kothe 27·16%, 30·40% Fett ausgeschieden; es wurden also 72·84, beziehungsweise 69·0% Fett resorbirt. Die Darmfäulniss wurde in der Art, wie von SPIRO (14) und RÖHMANN (17) geprüft, wobei die Eiweissfäulniss keine Steigerung zeigte; die im Urin ausgeschiedenen Ätherschwefelsäuren hatten nicht zugenommen.

HÉDON und VILLE (29) untersuchten die Fettresorption an Hunden mit Gallenfistel, sowie mit Gallen- und Pankreasfisteln. Bei Milchdiät wurden 69% des zu sich genommenen Fettes resorbirt, der grösste Theil des nicht resorbirten, beziehungsweise im Darmkothe enthaltenen Fettes — 93 Procent — bestand aus Fettsäure; Seife war nicht vorhanden. Bei der Diät von Fleisch, Brod

und 50 gr Olivenöl wurden 45% des Fettes resorbiert, wobei das im Kothe gebliebene Fett grösstentheils ebenfalls aus Fettsäuren bestand. Das Fett bestand nämlich aus 75·7% Fettsäuren, 15·7% Seife und 8·6% neutralen Fetten. In diesem Falle war daher, im Gegensatz zu der Milchdiät, Seife vorhanden.

Dass in beiden Fällen der grösste Theil des Kothes aus Fettsäuren bestand, stimmt mit den Daten Müller's, Munk's, Röhmann's überein, steht dagegen mit den Resultaten Voit's und Dastre's im Wiederspruch.

Wenn man die litterarischen Daten betreffs der Ausnützung der Eiweissstoffe, der Kohlenhydrate und der Fette bei Mangel der Galle übersieht, so findet man:

1. Die Ausnützung der *Eiweissstoffe* nach einigen Autoren (z. B. Bidder und Schmidt, Arnold, Voit, Röhmann) vom Normalen überhaupt nicht, nach anderen (Müller, Munk) nur wenig abweichend.

2. Die Ausnützung der *Kohlenhydrate* zeigt sich, im Vergleich zum Normalen, unverändert. Betreffs der Bestimmung der Quantität der Kohlenhydrate ist zu bemerken, dass einige Forscher nur auf Grund der im Kothe nachweisbaren Stärkekörnchen, andere aus der Menge des Kothes, auf die Ausnützung des Kohlenhydrates schlossen. In Zahlen finden wir die Quantität der Kohlenhydrate des Kothes nicht ausgedrückt. Überhaupt gibt es meines Wissens keine Untersuchungen, die sich auf den Gehalt an Kohlenhydraten bei Mangel an Galle, verglichen mit dem Inhalte des Kothes an Kohlenhydraten, im normalen Zustande desselben Organismus beziehen würden.

3. Die Ausnützung der *Fette* ist nach allen Forschern, im Vergleich zur Normalen, unvollkommen. Doch sind die Angaben, betreffs des freien Fettsäureinhaltes, auseinandergehend, insofern laut den meisten Forschern (Röhmann, Müller, Munk, Hédon) ein grosser Theil des unverarbeiteten Fettes bei Mangel an Galle aus freier Fettsäure besteht, wogegen Dastre weder freie Fettsäure, noch Seife vorfand.

Zu bemerken ist ferner, dass die genannten Forscher, mit Ausnahme von Voit und Röhmann, an ihren Versuchsthieren oder an den betreffenden menschlichen Individuen nur bei Gallen-

mangel Versuche anzustellen und die Ergebnisse nicht mit den normalen Verhältnissen desselben Versuchsthieres oder Versuchsindividuums verglichen hätten.

Nach all dem schien es eine dankbare Aufgabe, Versuche anzustellen, bei denen ich an ein und demselben Hunde unter normalen Verhältnissen, sowie nach Anbringung einer Gallenblasenfistel den Stoffwechsel, beziehungsweise das Verhalten des Fettes, des Eiweisses und besonders der am wenigsten eindringlich geprüften Kohlenhydrate untersuchte.

Allgemeine Versuchs-Anordnung.

Als Versuchsthier diente ein im April 1897 angeschaffter, 17·5 kg schwerer Hund. An diesem prüfte ich im normalen Zustande und nachher nach Anbringung einer Gallenblasenfistel, d. h. bei Gallenmangel, den Stoffwechsel, beziehungsweise das Verhalten des Eiweisses, der Kohlenhydrate und Fette in Serien von 4—6 Tagen.

In den einzelnen Serien nahm ich den Gehalt der Nahrung an Stickstoff, Fett, Kohlenhydraten und Wasser, anderseits die Gesammtmenge der Galle und des Urins an Stickstoff, ferner die Menge des Kothes, seinen Inhalt an Stickstoff, Gesammtfett, neutralem Fett, Fettsäure, Kohlenhydraten und Asche in Betracht.

Zur Ernährung des Thieres dienten: Fleisch, Zwieback, Schweinefett und Wasser.

Ich musste mir daher an Fleisch, Zwieback und Fett einen Vorrath für Monate anschaffen.

Das Fleisch wurde auf die Art conservirt, dass auf einmal eine grössere Quantität auf mechanischem Wege seines Fettes entledigten frischen Rindfleisches, welches mittels Hackmaschine fein gehackt worden war, im Sommer an der Sonne, im Winter auf den Marmorplatten der Wasserheizung getrocknet wurde. Das solcherweise getrocknete Fleisch liess ich zu einer pulverartigen Masse zerstampfen, und conservirte dasselbe in gutschliessenden Glasgefässen.

Der Stickstoffgehalt der Nahrungsmittel, des Urins, der Galle und des Kothes wurde mit dem KJELDAHL'schen Verfahren, das

Fett mit Aetherextraction im SOXLETH'schen Apparate bestimmt. Den Fettgehalt des Fleisches bestimmte ich mittels des DORMEYER-PFLÜGER'schen (26) Verfahrens.

Zur Bestimmung des Fettgehaltes des Kothes wandte ich im Princip das Verfahren MÜLLER's (20) an, nach welchem ich den Koth nach Behandlung mit salzsaurem Alkohol, mittels Aether extrahirte und den Extract als Gesammtfett in Rechnung zog. In diesem Aetherextracte bestimmte ich die freie (ursprüngliche und mittels Spaltung der Seife gewonnene) Fettsäure im Wege des Titrierens mit $^1/_{10}$ norm. alkoholiger Natronlauge (Indikator-Phenolphthalein) und drückte dieselbe als Ölsäure aus (1 cm^3 $^1/_{10}$ n Natronlauge entspricht 0·0282 gr Ölsäure). Beim Titrieren nahm ich die Acidität des fettlösenden Aethers und Alkohols in Betracht. Die Differenz zwischen Fettsäure und Gesammtfett nahm ich als neutrales Fett in Betracht.

Den Kohlenhydratgehalt des Zwiebackes und des Kothes bestimmte ich, ähnlich dem RUBNER'schen (13) Verfahren, auf die Art, dass ich die percentuelle Quantität des Eiweisses, des Fettes, der Asche und eventuell des Wassers aus 100 subtrahirte und den Rest, d. h. die stickstofffreien Extractivstoffe als Kohlenhydrate in Rechnung zog.

Den Urin sammelte ich, indem ich das Thier in einem Käfig mit Glaswänden und trichterartigem Glasboden hielt. Der bei Tag eventuell entleerte Urin floss durch eine am Boden des Käfigs angebrachte Öffnung in ein Gefäss. Am Ende der Versuchstage nahm ich den Urin anfänglich mit dem Katheter; nachher, als das Thier sich gewöhnt hatte den Urin in ein untergehaltenes Gefäss zu entleeren, befolgte ich nur dieses Verfahren, überzeugte mich jedoch durch zeitweiliges Control-Katheterisieren von der Richtigkeit desselben, indem ich die Blase immer leer fand.

Den während der einzelnen Perioden gebildeten Koth grenzte ich mittels mehrerer kleiner (2 cm^3) quadratförmiger Korkstückchen ab.

Den Energienwerth der Nahrung berechnete ich auf Grundlage der RUBNER'schen (18) Normalzahlen.

ZWEITES CAPITEL.

Der Stoffwechsel des normalen Thieres.

Den Stoffwechsel im normalen Zustande untersuchte ich in drei Versuchsreihen.

In der ersten Versuchsreihe fütterte ich das Thier mit eiweissreichem Futter. Als Nahrung diente das mit Wasser vermengte Fleischpulver.

In der zweiten Reihe bestand das Futter des Thieres aus halb so viel Eiweiss, als in der ersten Versuchsreihe, während die andere Hälfte des Eiweisses durch Fett ersetzt wurde.

In der dritten Reihe gab ich zum Fleisch, beziehungsweise zu ebensoviel Eiweiss, wie in der zweiten Reihe Kohlenhydrate, in der Form von Zwieback, anstatt des Fettes. In allen 3 Fällen war der Energienwerth der Nahrung nahezu ein gleicher (vergl. die einzelnen Versuchsreihen).

Erste Versuchsreihe.

§ 1. *Stoffwechsel bei eiweissreicher Nahrung.*

Das Futter des 17·5 kg schweren Thieres war Fleisch, welches 35·424 gr Stickstoff und 54·06 gr Fett pro Tag enthielt, wobei dasselbe zugleich 930 gr Wasser zu sich nahm. Der Hund verzehrte sein Futter täglich um 9 Uhr am Morgen.

Diese Quantität Futter wurde von mir nach vorhergehenden Versuchen als Nahrungsbedürfniss des Thieres festgestellt.

Der Energiewerth dieser Nahrung entspricht 1410·44 Calorien, d. h. der Energiewerth des zu sich genommenen Eiweisses, entsprechend der Stickstoffmenge ist (mit dem Coëfficienten 6·25) = 907·74, während dem Fettgehalte des Fleisches 502·75 Calorien entsprachen.

Vom 4. bis zum 7. Mai 1897 war das Thier im Stickstoffgleichgewicht und sein Körpergewicht unverändert. Die Verhältnisse des damaligen Stoffwechsels zeigt folgende Tabelle:

	Körper-gewicht Kgm.	In der Nahrung		Harn			Koth-Nitrogen (Mittelwerth) Gm.	Gesammt-Nitrogen-Ausgabe (Mittelwerth) Gm.	Nitrogen-bilanz + Gm.
		Nitrogen Gm.	Fett Gm.	Menge Kbc.	Spec. Gew.	Nitrogen Gm.			
1897									
4. Mai	17·50	35·424	54·06	765	1042	34·530	1·085	35·396	+ 0·028
5. «	17·50	35·424	54·06	860	1038	34·554	1·085	35·396	+ 0·028
6. «	17·50	35·424	54·06	840	1039	34·160	1·085	35·396	+ 0·028
7. «	17·50	35·424	54·06	880	1037	34·000	1·085	35·396	+ 0·028
						Mittelwerth 34·311			

Die Fæces betreffende Daten:

(Die absoluten Werthe beziehen sich auf 24 Stunden, die Percentwerthe auf die trockenen Fæces.)

Frischer Koth Gm.	Trocken-koth Gm.	Nitrogen			Fett						Asche	
		Absol. Menge Gm.	% Menge	% der Nitrogen-Einnahme	Gesammtfett			Neutral-fett Gm.	Fettsäure		Absol. Menge Gm.	% Menge
					Absol. Menge Gm.	% Menge	% der Fetteinnahme		Absol. Menge Gm.	% des Koth-fettes		
38	12·49	1·085	8·68	2·78	3·43	27·51	6·34	1·75	1·68	49·5	2·45	18·64

Der Stickstoff der Fæces, welcher nach den Erfahrungen anderer grösstentheils aus dem *Secrete* der Darmschleimhaut und der in den Darmcanal mündenden Drüsen herstammt, entspricht im gegenwärtigen Falle 2·78% des aufgenommenen Stickstoffes; ähnliche Werthe fand auch RUBNER (13) beim Menschen.

Die Quantität des Fettes der Fæces war in 24 Stunden 3·43 Gramm; das im Fleische innerhalb 24 Stunden einverleibte Fett betrug 54·06 Gramm, demnach beträgt in diesem Falle das Fett der Fæces 6·34% des einverleibten Fettes. Nahezu die Hälfte des Fettes der Fæces bestand aus freier Fettsäure.

Zweite Versuchsreihe.

§ 2. *Stoffwechsel bei Fütterung mit Eiweiss und grösserer Quantität Fett.*

In dieser Versuchsreihe ersetzte ich die Hälfte der beim vorherigen Versuche gegebenen Fleischquantität durch 80 gr reinem Schweinefett, so dass das Futter des Thieres für 24 Stunden aus 17·715 gr Stickstoff und 29·33 gr Fett enthaltendem Fleischpulver, 80 gr Schweinefett und 930 gr Wasser bestand. Das Thier erhielt sein Futter wie vorher um 9 Uhr Früh.

Der Energienwerth der Nahrung entspricht innerhalb 24 Stunden 1469·7 Calorien (dem Eiweiss entsprechen 453, dem Fleischfette und Schweinefett insgesammt 1016 Calorien). Dieser Werth kommt dem Werthe der Nahrung der vorangegangenen Versuchsreihe nahe.

Als das Thier nach dem bei Fleischnahrung erlangten Nitrogengleichgewichte 6 Tage hindurch das obenerwähnte Futter erhielt und die Verhältnisse des Stoffwechsels sich stabilisirt hatten, prüfte ich während der folgenden 5 Tage ausführlich den Stoffwechsel. Die folgenden 2 Tabellen zeigen das Ergebniss meiner Untersuchungen:

	Körper-gewicht Kgm.	In der Nahrung		Harn			Koth-Nitrogen Gm.	Gesammt-Nitrogen-Ausgabe (Mittelwerth) Gm.	Nitrogen-Bilanz + Gm.
		Nitrogen Gm.	Fett Gm.	Menge Kbc.	Spec. Gew.	Nitrogen Gm.			
1897.									
14. Mai	17·40	17·715	109·33	880	1018	16·01	0·403	16·418	+ 1·297
15. «	17·40	17·715	109·33	830	1019	15·80	0·403	16·418	+ 1·297
16. «	17·40	17·715	109·33	820	1020	16·25	0·403	16·418	+ 1·297
17. «	17·50	17·715	109·33	825	1018	16·00	0·403	16·418	+ 1·297
18. «	17·50	17·715	109·33	820	1019	16·01	0·403	16·418	+ 1·297
						Mittelwerth 16·015			

Die Fæces betreffende Daten:

(Die absoluten Werthe beziehen sich auf 24 Stunden, die Percentwerthe auf die trockenen Fæces.)

Frischer Koth Gm.	Trocken-koth Gm.	Nitrogen			Fett						Asche	
		Absol. Menge Gm.	% Menge	% der Nitrogen-Einnahme	Gesammtfett			Neutral-fett Gm.	Fettsäure		Absol. Menge Gm.	% Menge
					Absol. Menge Gm.	% Menge	% der Fetteinnahme		Absol. Menge Gm.	% des Koth-fettes		
27·94	5·58	0·403	7·22	2·27	1·888	33	1·71	0·844	1·044	62	1·146	20·54

	Körper-gewicht Kgm.	In der Nahrung			Harn			Koth-Nitrogen Gm.	Gesammt-Nitrogen Ausgabe (Mittelwerth) Gm.	Nitrogen-Bilanz + Gm.
		Nitrogen Gm.	Fett Gm.	Kohle-hydrate Gm.	Menge Kbc.	Spec. Gew.	Nitrogen Gm.			
1897										
28. Mai	18·15	17·71	22·25	178·82	835	1024	14·371	1·208	15·381	+ 2·329
29. «	18·22	17·71	22·25	178·82	820	1021	13·948	1·208	15·381	+ 2·329
30. «	18·32	17·71	22·25	178·82	860	1021	14·628	1·208	15·381	+ 2·329
31. «	18·32	17·71	22·25	178·82	820	1021	13·776	1·208	15·381	+ 2·329
1. Juni	18·37	17·71	22·25	178·82	825	1021	13·802	1·208	15·381	+ 2·329
2. «	18·45	17·71	22·25	178·82	850	1021	14·518	1·208	15·381	+ 2·329
3. «	18·52						Mittelwerth 14·173			

Die Faeces betreffende Daten:

(Die absoluten Werthe beziehen sich auf 24 Stunden, die Procentwerthe auf die trockenen Faeces.)

Frischer Koth Gm.	Trocken-koth Gm.	Nitrogen			Fett						Kohlehydrate			Asche	
		Absol. Menge Gm.	% Menge	% der Nitrogen-Einnahme	Gesammtfett			Neutralfett Gm.	Fettsäure		Absol. Menge Gm.	% Menge	% der Kohlehydrat-einnahme	Absol. Menge Gm.	% Menge
					Absol. Menge Gm.	% Menge	% der Fetteinnahme		Absol. Menge Gm.	% des Koth-fettes					
55	15·48	1·208	7·702	6·82	2·35	15·2	10·5	1·242	1·108	47	3·94	25·39	2·23	1·746	11·28

Calorien Kohlenhydrate ersetzt wurde. Der Energienwerth der ersetzenden Kohlenhydrate war demnach geringer, als derjenige des ersetzten Fettes.

Auch in dieser Versuchsreihe bekam das Thier das Futter auf einmal, Morgens um 9 Uhr.

Während das Körpergewicht des Thieres bei Fleisch, sowie bei Fleisch und Fettnahrung durch 19 Tage hindurch nahezu gleich blieb, nie über 17·50 klgr stieg, stieg dasselbe bei der aus Fleisch und Kohlenhydraten bestehenden Nahrung sofort vom ersten Tage angefangen; von dem 17·50 klgr Gewichte des ersten Tages langsam bis auf 18·52 klgr des 16. Tages, also um 1020 gr.

Um den Stoffwechsel bei Ernährung mit Eiweiss und Kohlenhydraten zu untersuchen, begann ich am 9. Tage, als das Thier sich an die neue Kost gewöhnt hatte, eine derjenigen der früheren Reihen ähnliche, eingehende Untersuchung und setzte dieselbe 6 Tage hindurch, vom 28. Mai bis inclusive 2. Juni 1897 fort.

Das Resultat dieser Untersuchungen zeigen die folgenden 2 Tabellen (Siehe p. 92):

Zu Folge dieser Daten beträgt der innerhalb 6 Tagen im Harn und in den Fæces ausgeschiedene Stickstoff um 13·974 gr weniger, als die Einnahme war; dem entsprechend lagerte sich Stickstoffsubstanz im Organismus ab, dessen Menge 13·1% der Einnahme beträgt. Die Menge der während 6 Tagen angesetzten Stickstoffsubstanz entspricht demnach 97·33 gr.

Diese bedeutende Stickstoffsubstanzablagerung ist der Eiweisssparenden Wirkung der Kohlenhydrate zuzuschreiben.

Zwar übte auch das Fett eine eiweissschonende Wirkung aus (s. 2. Versuchsreihe). Doch schonten die Kohlenhydrate den Zerfall des Eiweisses in viel bedeutenderem, fast doppeltem Maasse; trotzdem der Energienwerth der Menge der in dieser Reihe aufgenommenen Kohlenhydrate kleiner war (733·16 Cal.), als der Energienwerth der ersetzten Fettmenge (809·8 Cal.). Doch ist auch im Ganzen genommen in dieser Reihe der gesammte Energienwerth der in 24 Stunden aufgenommenen Nährstoffe geringer, als der Energienwerth der 24-stündigen Nahrung der vorhergehenden Reihe und trotzdem kam Eiweissablagerung zu Stande, u. zw. in

bei eiweissreicher Nahrung . . . . . 8·68%
« Kohlenhydraten und Eiweiss . . . . . 7·70%
« Fett und Eiweiss . . . . . 7·22%

Einen ähnlichen Werth fand ich auch in einem anderen, nicht mitgetheilten Falle, wo ich in abgegrenztem Hungerkothe des 11 Tage hungernden (6 kgr schweren) Hundes 8·60% Stickstoff nachweisen konnte.

Bei Nahrungsaufnahme ist der Mittelwerth der obigen Werthe 7·85%. Auf die annähernde Beständigkeit dieses Werthes bei normalen Ernährungsverhältnissen weist neuerdings Prausnitz hin (30.), der 8—9% Stickstoff fand.

Die Bedeutung dieses Werthes besteht darin, dass er sich vermindert, so oft die Ausnützung der stickstofffreien Nährstoffe Einbusse erleidet.

Ich hielt es für nothwendig dies hervorzuheben, da, wie wir sehen werden, der Werth sich bei Gallenmangel vermindert. Mit der näheren Ursache dieser Verminderung werden wir uns entsprechenden Ortes befassen.

DRITTES CAPITEL.

Stoffwechsel bei Gallenmangel.

Nach Abschluss der im vorigen Abschnitte beschriebenen Untersuchungen wurde an demselben Thiere eine permanente, totale Gallenfistel angebracht und die Galle aus dem Darm ausgeschlossen.

Am 8. Juli, als die Wunde zugeheilt war, brachte ich in der Fistel eine Canule an und sammelte nun die Galle in einem auf die Canule geschraubten und am Rücken des Thieres befestigten Kautschukbeutel.

Bei Gallenmangel wiederholte ich nun hauptsächlich die im vorigen Abschnitte beschriebenen 3 Versuchsreihen auf dieselbe Art, mit dem Unterschiede, dass jetzt ausser Urin und Fæces, auch der 24 stündige Stickstoffgehalt, sowie die Quantität der Galle in Rechnung gezogen wurde.

Ausser diesen drei Hauptreihen zog ich noch den Stoffwechsel bei zweimaliger Darreichung der gemischten Kost in Betracht.

Vierte Versuchsreihe.

§ 4. *Stoffwechsel bei Fütterung mit eiweissreicher Nahrung.*

Nach der Operation nahm das Gewicht des Hundes im Anfang, bei gemischter, jedoch nicht fetter Kost in 3 Wochen um $2^1/_2$ kgr ab, fing dann an zuzunehmen und betrug am 8. Juli 16·53 kgr.

Von diesem Tage angefangen erhielt das Thier täglich einmal, in der Früh um 9 Uhr die folgende Nahrung: Fleischpulver mit 35·423 gr Stickstoff- und 59·59 gr Fettgehalt, sowie 930 gr Wasser, d. h. dasselbe Futter, als im normalen Zustande.

Der dem Futter entsprechende Energienwerth entsprach insgesammt 1458·08 Calorien, was nahezu mit der bei normalen Verhältnissen aufgenommenen Nahrung gleichwerthig ist.

Obwohl die Nahrung (relativ) im Verhältniss zum Körpergewichte mehr war, als unter normalen Umständen, nahm das Thier in den ersten 6 Tagen der Fütterung (8—13. Juli) täglich um durchschnittlich 236 gr ab, doch verminderte sich diese Abnahme in den folgenden 4 Tagen auf ein Viertel, indem das Thier täglich nur um 65 gr im Durchschnitt abnahm.

Vom 14—17-ten Juli war das Thier im Stickstoff-Gleichgewicht. Das Stickstoff-Gleichgewicht kam in diesem Falle, nämlich bei Gallenmangel, nur bei einer die normale Menge übersteigenden Aufnahme von Stickstoff, beziehungsweise Fett zu Stande. Während nämlich im Stickstoffgleichgewichte unter normalen Umständen auf 1 kgr Körpergewicht, 2 gr Stickstoff, beziehungsweise 12·50 gr Eiweiss und 3·2 gr Fett entfielen, kam bei Wegfall der Gallen auf ebenfalls 1 kgr Körpergewicht 2·36 gr Stickstoff, beziehungsweise 14·75 gr Eiweiss und 3·97 gr. Fett.

Ich prüfte den Stoffwechsel im Stickstoffgleichgewichte; das Resultat ist aus den folgenden 2 Tabellen ersichtbar:

	Körpergewicht Kgm.	In der Nahrung		Galle		Harn			Koth-Nitrogen Gm.	Gesammt-Nitrogen-Ausgabe (Mittelwerth) Gm.	Nitrogen-Bilanz + Gm.
		Nitrogen Gm.	Fett Gm.	Menge Kbc.	Nitrogen Gm.	Menge Kbc.	Spec. Gew.	Nitrogen Gm.			
1897											
14. Juli	15·11	35·423	59·59	183	0·384	680	1043	33·441	1·511	35·345	+ 0·075
15. «	15·05	35·423	59·59	170	0·386	700	1042	33·507	1·511	35·345	+ 0·075
16. «	15·10	35·423	59·59	170	0·380	690	1042	33·390	1·511	35·345	+ 0·075
17. «	14·90	35·423	59·59	164·6	0·359	695	1042	33·491	1·511	35·345	+ 0·075
					Mittelwerth			Mittelwerth			
					0·377			33·457			

Die Daten bezüglich der Faeces:

(Die absoluten Werthe beziehen sich auf 24 Stunden, die percentuellen Werthe auf die trockenen Faeces.)

Frischer Koth Gm.	Trockenkoth Gm.	Nitrogen			Fett					
		Absol. Menge Gm.	% Menge	% der Nitrogen-Einnahme	Gesammtfett			Neutralfett Gm.	Fettsäure	
					Absol. Menge Gm.	% Menge	% der Fett-einnahme		Absol. Menge Gm.	% des Koth-fettes
107·6	36·4	1·511	4·14	4·26	25·57	69·7	42·9	21·86	3·89	17·9

Der absolute Stickstoffgehalt ist in 24 Stunden 1·54 gr, demnach mit 39% grösser, als unter normalen Verhältnissen und beträgt 4·14% des aufgenommenen Stickstoffes gegen die normalen 2·78%. Dieser Umstand weist darauf hin, dass die Eiweissausnützung bei Gallenmangel etwas minderwerthiger ist, als unter normalen Verhältnissen.

Während Müller (20.), sowie Munk (22.) bei Gallenmangel die Eiweissausnützung ebenfalls etwas vermindert fanden, finden andere Forscher, so Bidder und Schmidt (9.), Arnoldt (citiert nach Voit) (16.), Voit (16.), Röhmann (17.) keine Abweichung vom Normalen.

Die bei Gallenmangel verminderte Eiweissausnützung lässt sich nach Kühne (11.) aus dem Umstande erklären, dass die aufgelösten Bestandtheile des in den Darm gelangten Mageninhaltes, infolge des Mangels der Galle nicht gefällt werden, in gelöstem Zustande den Darm leichter passieren und mit den Fæces unverdaut abgehen. Eine weitere Ursache der unvollkommeneren Ausnützung der Eiweisse mag auch in der schlechteren Fettausnützung bestehen, wo nämlich das aus dem Darm abgehende Fett auch Eiweiss mit sich nimmt.

Bezüglich der Ausnützung der 59·59 gr des mit dem Fleisch aufgenommenen Fettes sind grössere Änderungen zu constatiren, indem von dem Fett täglich 25·57 gr in den Fæces abgingen. Das macht 42·9% des verzehrten Fettes aus, resorbiert wurden daher 57·1%; die Fettausnützung ist hier demnach bedeutend schlechter, als unter normalen Umständen. Die Fettsäure (freie Fettsäure und die Fettsäure der Seifen) beträgt 17·9% des Fettes der Fæces, gegen 49·5% unter normalen Verhältnissen.

Der im Vergleich zum Normalen erhöhte Eiweiss- und Fettverlust durch die Fæces entspricht 43·66+205·9=249·56 Calorien Energienwerth, subtrahieren wir dies von dem aufgenommenen Energienwerth (1458·08), so bleiben 1208·52 Calorien, welche Energie vom Thiere thatsächlich aufgebraucht wurde.

Nicht nur der absolute, sondern auch der relative Fettgehalt der Fæces nahm im Vergleich zum Normalen zu. Während normalerweise bei ähnlichen Nahrungsverhältnissen der Fettgehalt der Fæces nur 6·34% betrug, enthielten dieselben bei Gallenmangel

10mal so viel, d. h. 69·7%. Diesem Umstande ist es zuzuschreiben, dass, trotzdem der absolute Stickstoffgehalt der Fæces grösser als normal ist (s. oben), die relative Quantität des Stickstoffes dennoch bedeutend geringer ist. Während nämlich der normale Stickstoffgehalt der Fæces 8·08% betrug, sank derselbe bei Gallenmangel also bei schlechter Fettausnützung auf 4·14%.

Fünfte Versuchsreihe.

§ 5. *Stoffwechsel bei Fütterung mit Eiweiss und grösserer Quantität von Kohlenhydraten.*

Während des bei Fleischfütterung erlangten Gleichgewichtszustandes (14.—17. Juli) erhielt das Thier halb so viel Eiweiss und dazu so viel Zwieback, als im normalen Zustande.

Die 24-stündige Nahrung bestand aus Fleischpulver mit 12·881 gr Stickstoff und 21·64 gr Fettgehalt, ferner aus Zwieback mit 183·15 gr Kohlenhydrat, 4·83 gr Stickstoff- und 1·62 gr Fettgehalt, sowie aus 93·0 gr Wasser.

Der Energienwerth der Nahrung entspricht 1440·9 Calorien (wovon 453·7 Cal. auf Eiweiss, 216·3 Cal. auf Fette des Fleisches und Zwiebackes und 777·9 Cal. auf Kohlenhydrate entfallen), ist also annähernd dem Energienwerthe der Nahrung bei Fleischfütterung gleich.

Bei dieser Nahrung nahm das Körpergewicht des Thieres sofort und ständig zu, so dass es schon in den ersten zehn Tagen (18.—27. Juli) um 1250 gr, d. h. durchschnittlich täglich um 125 gr zunahm. Ich prüfte nun vier Tage hindurch (28.—31. Juli) den Stoffwechsel und erlangte folgendes Resultat: (Siehe p. 99.)

Die Menge des gesammten ausgeschiedenen Stickstoffes (in Urin, Fæces und Galle) ist bedeutend geringer, als die Einnahme, und zwar in 4 Tagen um 10·75 gr, welche Stickstoffmenge 67·22 gr im Organismus abgelagerten Eiweiss entspricht. Diese Eiweissersparniss ist auch hier ebenso, wie unter normalen Verhältnissen, der eiweissschonenden Wirkung der Kohlenhydrate zuzuschreiben. Das ersparte Eiweiss entspricht 15·1% des aufgenommenen Eiweisses, ist daher um Weniges erheblicher, als unter normalen Verhältnissen, in welchen die Eiweissersparniss 13·1% betrug.

	Körper-gewicht Kgm.	In der Nahrung			Harn			Koth-Nitrogen (Mittelwerth) Gm.	Galle		Gesammt-Nitrogen-Ausgabe (Mittelwerth) Gm.	Nitrogen-bilanz ± Gm.
		Nitrogen Gm.	Fett Gm.	Kohle-hydrate Gm.	Menge Kbc.	Spec. Gew.	Nitrogen Gm.		Menge Kbc.	Nitrogen Gm.		
1897												
28. Juli	16·07	17·711	23·26	183·15	570	1025	13·041	1·45	166	—*	15·022	+ 2·689
29. «	16·19	17·711	23·26	183·15	655	1022	13·155	1·45	175	0·281	15·022	+ 2·689
30. «	16·12	17·711	23·26	183·15	625	1024	13·562	1·45	169	0·284	15·022	+ 2·689
31. «	16·22	17·711	23·26	183·15	570	1026	13·424	1·45	166	0·266	15·022	+ 2·689
							Mittelwerth 13·457			Mittelwerth 0·277		

* Wurde nicht bestimmt, doch wurde statt dessen bei Berechnung der Gesammtausgaben und der Bilanz der Durchschnittsgehalt der übrigen 3 Tage in Betracht gezogen.

Die die Fæces betreffenden Daten sind folgende:

(Die absoluten Werthe beziehen sich auf 24 Stunden, die percentuellen Werthe auf die trockenen Fæces.)

Frischer Koth Gm.	Trocken-koth Gm.	Nitrogen			Fett						Kohlehydrate			Asche	
					Gesammtfett			Neutral-Fett Gm.	Fettsäure						
		Absol. Menge Gm.	% Menge Gm.	% der Nitrogen-Einnahme	Absol. Menge Gm.	% Menge	% der Fetteinnahme		Absol. Menge Gm.	% des Koth-fettes	Absol. Menge Gm.	% Menge	% der Kohle-hydrat-einnahme	Absol. Menge Gm.	% Menge
68·7	22·57	1·45	6·42	8·3	11·035	50·16	46·9	9·416	1·619	17·19	0·343	1·56	0·17	1·84	8·16

22084848

Während normalerweise die absolute tägliche Stickstoffmenge der Fæces 1·208 gr war (s. Pag. 92), entsprach dieselbe bei Gallenmangel 1·45 gr, auch in diesem Falle war bei Entfall der Galle die Ausnützung des Stickstoffes etwas mangelhafter, als normalerweise.

Die percentuelle Menge des Stickstoffes der Fæces ist grösser, der Normalen mehr ähnlich, als in der vorherigen Reihe bei Aufnahme von Fleisch und des in demselben enthaltenen Fettes, was sich aus dem geringeren relativen Fettgehalte der Fæces erklären lässt. Während nämlich in der vorherigen Reihe der Fettgehalt der Fæces 69·7% betrug, erreichte derselbe im gegenwärtigen Falle nur 50·16%. Man könnte annehmen, dass in diesem Falle das Fett die Fæces so zu sagen weniger verdünnte, als im vorhergehenden Falle. Das Fett der Fæces ist zu 17·19% Fettsäure (freie Fettsäure und Fettsäure der Seifen), während die Fettsäuren unter normalen Umständen 47% betrugen.

Das durch die Fæces ausgeschiedene Fett betrug 46·9% des aufgenommenen Fettes (in 24 Stunden 23·26 gr), dieser Wert ist demjenigen der früheren Reihe ähnlich, jedoch ebenfalls bedeutend grösser, als unter normalen Verhältnissen.

Ein eigentümliches Verhalten zeigte der Kohlenhydratgehalt der Fæces. Als ich nämlich bei dieser Versuchsreihe im absolut trockenen Kothe durch Bestimmung des Stickstoffes, der Fette und der Asche die Menge der stickstofffreien Extraktivstoffe, welche bezüglich der Menge der Kohlenhydrate maassgebend ist, bestimmte, fiel mir auf, dass dieser Werth an und für sich sehr gering ist, nämlich nur 1·56% beträgt.* Dies wird noch auffallender, wenn man den Werth mit dem unter normalen Verhältnissen gewonnenen Werthe, d. i. 25·39% vergleicht. Dieser Befund wies darauf hin, dass der Kohlenhydratgehalt der Fæces minimal, oder

* In den untersuchten absolut trockenen Fæces fand ich 6·42% Stickstoff
entsprechend Stickstoffsubstanz ... 40·12% „
Fett ... 50·16% „
Asche ... 8·16% „
es blieben daher in 100·00 Theilen Fæces ... 98·44% „

98·44
1·56 Theile stickstofffreie Extraktivstoffe.

da der erwähnte Werth nahe an der Grenze der Versuchsfehler liegt, gleich Null sei. Zur Entscheidung der Frage, ob in den untersuchten Fæces Kohlenhydrate vorhanden sind, oder nicht, wandte ich zweierlei Verfahren an. Ich liess nämlich die Fæces in 10%-iger Salzsäure 3 Stunden hindurch sieden, um die eventuell vorhandenen Kohlenhydrate in Traubenzucker umzuwandeln. Sodann wandte ich an einem Theile der durchseihten Flüssigkeit die TROMMER'sche Probe an, während ich den anderen Theil, nach entsprechender Neutralisierung, mit frischer Bierhefe 24 Stunden hindurch gähren liess. Zur Controle fertigte ich auch gleichzeitig an gewöhnlichem (vor der Operation gewonnenen) Darmkothe ähnliche Proben an, in welch' letzterem ich auf die erwähnte Art 25·39% Kohlenhydrate nachweisen konnte.

Diese doppelte Probe war betreffs der bei Gallenmangel erhaltenen Fæces von negativem Resultat, was darauf schliessen lässt, dass im gegebenen Falle in den Fæces Kohlenhydrate bei Gallenmangel überhaupt nicht, oder höchstens nur spurenweise vorhanden waren.

In einem anderen Falle (s. § 6 die auf die Fæces bezüglichen Daten vom 14—16. October), als das Thier auf gleiche Weise zusammengesetztes Futter, ebenfalls einmal täglich zu sich nahm, waren in den Fæces ebenfalls keine Kohlenhydrate nachzuweisen. Ich fand nämlich bezüglich der untersuchten trockenen Fæces:

35% Stickstoffsubstanz (5·60% Stickstoff entsprechend);
58·53% Fett;
6·67% Asche
100·20.

Während im vorangegangenen Falle Kohlenhydrate höchstens spurenweise vorhanden waren, liessen sich hier solche überhaupt nicht nachweisen.

Dass bei Gallenmangel der Kohlenhydratgehalt der Fæces wesentlich geringer ist, lässt sich daraus erklären, dass bei Gallenmangel die die Gährung hindernde Wirkung der Galle auf die Kohlenhydrate wegfällt, demzufolge die Kohlenhydrate in erhöhtem Maasse zersetzt werden.

Eine weitere Ursache des geringeren Gehaltes der Fæces an Kohlenhydraten bei Gallenmangel kann auch die bessere Aus-

nützung sein. Da hier die bessere Ausnützung der Kohlenhydrate bei geringerer Ausnützung der Fette zu Stande kommt, so deutet dies dahin, dass der Organismus den Bedarf an Stoff und Energie an Stelle des Fettes durch Kohlenhydrate zu ersetzen bestrebt war.

Sechste Versuchsreihe.

§ 6. *Der Stoffwechsel bei Fütterung mit Eiweiss und grösserer Quantität Fett.*

Das Thier erhielt 11 Tage hindurch, von 6.—16. October 1897 gemischte Kost, welche täglich aus 12·881 gr Stickstoff und 21·64 gr Fett enthaltendem Fleischpulver, ferner aus 183·15 gr Kohlenhydrate, 4·83 gr Stickstoff und 1·62 gr Fett enthaltendem Zwieback, sowie aus 930 gr Wasser; daher insgesammt aus 17·711 gr Stickstoff, 183·15 gr Kohlenhydraten und 24·84 gr Fett bestand. Der Energienwerth dieser Nahrung entspricht 1455·6 Cal. (In der dem Stickstoffe entsprechenden Nitrogensubstanz 453·7, im Fette 231, in den Kohlenhydraten 770·9 Calorien.)

Nachdem das Thier bei dieser Nahrung in Stickstoffgleichgewicht kam (14.—16. Oct.), ersetzte ich die Kohlenhydrate durch Fett. Das Thier bekam nun in 24 Stunden 17·71 gr Stickstoff und 31·22 gr Fett enthaltendes Fleischpulver, 80·00 gr Schweinefett und 930 gr Wasser, d. h. insgesammt 17·71 gr Stickstoff und 111·82 gr Fett, die 183·15 gr Kohlenhydrate wurden also durch 88·56 gr Fett ersetzt, ich gab also anstatt des den Kohlenhydraten entsprechenden Energienwerthes von 770 Calorien 880 entsprechenden Calorienwerth in Form von Fett. Das Futter verzehrte das Thier, sowie in der Vorperiode täglich auf einmal, um 9 Uhr Morgens.

Vom vierten Tage an erhielt das Thier von Neuem die der Fettdarreichung vorangegangene Nahrung, worauf in den ersten 2 Tagen dünner Stuhl und Körpergewichtabnahme noch bestanden, am dritten Tage aber die Fæces immer dichter wurden und Körpergewichtzunahme eintrat.

Bei dieser neuen Anordnung des Fettes prüfte ich am ersten, ferner auch am 6.—8. Tage den Stoffwechsel.

Die Daten der gesammten Versuchsreihe sind aus folgender Tabelle ersichtlich:

	Körper-Gewicht Kgm.	In der Nahrung			Harn			Koth-Nitrogen Gm.	Galle		Gesammt-Nitrogen-Ausgabe Gm.	Nitrogen-bilanz + Gm.
		Nitrogen Gm.	Fett Gm.	Kohle-hydrate Gm.	Menge Kbc.	Spec. Gew.	Nitrogen Gm.		Menge Kbc.	Nitrogen Gm.		
1897												
14. Oct.	15·50	17·711	24·84	183·15	735	1021	15·644	1·683	183	0·320	17·481	+0·23
15. »	15·42	17·711	24·84	183·15	640	1024	15·277	1·683	178	0·274	17·481	+0·23
16. »	15·42	17·711	24·84	183·15	700	1025	15·582	1·683	175·7	—*	17·481	+0·23
17. »	15·42	17·711	111·82	—	915	1018	18·882	1·478	185	0·388	20·633	−2·922
18. »	14·91	17·711	111·82	—	815	1019	18·826	1·478	156·8	0·368	20·633	−2·922
19. »	14·57	17·711	111·82	—	745	1021	18·581	1·478	125	0·420	20·633	−2·922
20. »	14·47	17·711	24·84	183·15	295	1049	14·682	—	45	0·283	—	—
21. »	13·85	17·711	24·84	183·15								
22. »	14·22	17·711	24·84	183·15								
23. »	14·40	17·711	24·84	183·15								
24. »	14·40	17·711	24·84	183·15								
25. »	14·65	17·711	24·84	183·15	515	1028	14·492	1·743	156	0·371	16·501	+1·210
26. »	14·72	17·711	24·84	183·15	600	1023	14·150	1·743	158	0·376	16·501	+1·210
27. »	14·74	17·711	24·84	183·15	650	1025	14·514	1·743	—	—	—	—
							Mittel 15·501					
							Mittel 18·783					
							Mittelwerth 14·385					

* Wurde nicht bestimmt, doch wurde statt dessen bei Berechnung der Gesammtausgabe und der Bilanz der Durchschnittsgehalt der übrigen zwei Tage in Betracht gezogen.

Die Fæces betreffende Daten: (Die absoluten Werthe beziehen sich auf 24 Stunden, die percentuellen Werte auf den trockenen Koth.)

Versuchs-Reihe	Frischer Koth Gm.	Trocken-koth Gm.	Nitrogen			Fett						Kohlehydrate			Asche	
						Gesammtfett			Neutral-fett Gm.	Fettsäure						
			Absol. Menge Gm.	% Menge	% der Nitro-geneinnahme	Absol. Menge Gm.	% Menge	% der Fetteinnahme		Absol. Menge Gm.	% des Koth-fettes	Absol. Menge Gm.	% Menge	% der Kohle-hydrat-einnahme	Absol. Menge Gm.	% Menge
Eiweiss + Kohlenhydr. Aufnahme 14/X—16/X.	116·6	30·03	1·683	5·60	9·5	17·56	58·53	70·69	—	—	—	0	0	0	2·03	6·67
Eiweiss + Fettaufnahme 17/X—19/X.	166·6	45·73	1·478	3·23	8·3	35·21	77	31·65	31·664	3·546	10	—	—	—	1·308	3·41

In den der Fleisch- und Fettfütterung vorangegangenen Tagen, gelegentlich der Fleisch- und Kohlenhydratekost, war das Thier im Stickstoffgleichgewichte gewesen, indem der Unterschied zwischen der Stickstoffaufnahme und Ausgabe ein sehr geringer (0·23 gr) war.

Als hierauf ebensoviel Stickstoff, beziehungsweise Eiweiss, aber anstatt der Kohlenhydrate Fett dargereicht wurde, da wurde mit nahezu 3 gr mehr Stickstoff ausgeschieden (2·922 gr), was täglich einem Eiweissverlust von 18·25 gr entspricht. Dieses Verhältniss bestand während der 3 Tage der Fleisch- und Fettdarreichung nahezu unverändert.

Die Ursache dieses Eiweissverlustes lässt sich aus den Energieverhältnissen ermitteln, indem man vor Allem im Vorstadium (14.—16. October), sowie im eigentlichen Versuchsstadium den mit den Fæces in Verlust gerathenen Energienwerth aus dem Energienwerth der Nahrung abzieht; der Rest, nämlich der vom Organismus ausgenützte Energienwerth bildet die Grundlage der weiteren Berechnung:

a) in der Vorperiode des Versuches, als das Thier bei Eiweiss, Kohlenhydrate und wenig Fett enthaltender Nahrung sich im Stickstoffgleichgewicht befand, war der im Wege der Fæces erlittene 24-stündige Energienverlust, dem Stickstoffgehalte der Fæces entsprechend, 42·12 Cal., dem Fette entsprechend 161·8 Cal., insgesammt 203·9 Cal., während der Energienwerth der Nahrung 1455·6 Cal. entsprach. Es bleiben also 1251·7 Cal. als durch den Organismus verwerthete Energie.

Kohlenhydrate waren in den Fæces nicht vorhanden, indem bei der Analyse stickstofffreie Extraktivstoffe nicht gefunden wurden. Der trockene Koth enthielt nämlich

35% Stickstoffsubstanz;
58·53% Fett;
6·67% Asche
100·20;

b) in der eigentlichen Versuchsperiode, bei, ausser Eiweiss, grössere Menge Fett enthaltender Nahrung, war der im Wege der Fæces erlittene 24 stündige Energienverlust dem Stickstoff entsprechend 37·87 Cal., dem Fett entsprechend 327 Cal., insgesammt

364·87 Cal.; die gesammte Energieaufnahme entspricht 1493·6 Cal., wovon also (1493·6—364·87=1128·7) 1128·7 Cal. als vom Organismus verwerthete Energie verbleiben.

Die Differenz des Restes der beiden Reihen ist gleich 1251·7—1128·7=123 Cal. Bei Gallenmangel hatte der Organismus bei Fleisch- und Fettdarreichung aus der aufgenommenen Nahrung, infolge des im Wege der Fæces erlittenen Fettverlustes um 123 Cal. weniger zu seinem eigenen Haushalt verwendet, als bei der Ernährung mit Fleisch und Kohlenhydraten. Infolge dessen war das Thier gezwungen, um die nöthige Quantität Energie zu erhalten, dieselbe durch Zersetzung seiner eigenen Bestandtheile zu decken. In diesem Falle wurde der grosse Theil der 123 Cal. — nämlich die dem täglichen 2·922 gr Stickstoffverlust entsprechenden 74·87 Cal. —, durch gesteigerten Eiweisszerfall, die übrigen Calorien (48·13 Cal.) durch Zersetzung stickstofffreier Substanz, wahrscheinlich durch Zersetzung von Fett, gedeckt.

Danach ist der Grund des gesteigerten Eiweisszerfalls bei Fleisch- und Fettaufnahme in dem im Wege der Fæces entstandenen Substanzverlust zu suchen.

Als dem Thier, so wie während der ersten Versuchsperiode, von neuem Fleisch und Kohlenhydrate dargereicht wurden, fing es vom 3. Tage an wieder an Gewicht zuzunehmen und am 6., 7. und 8. Tage angestellte Versuche ergaben eine tägliche, 1·21 gr Stickstoff entsprechende Eiweissablagerung.

Die absolute Menge des Stickstoffes der Fæces war, gleich wie im vorigen Versuche, grösser, als normal. Dagegen war die relative Menge des Stickstoffes bedeutend geringer, als gewöhnlich. Während unter normalen Verhältnissen bei demselben Thiere und bei der nämlichen Nahrung der Stickstoffgehalt der trockenen Fæces 7·22% war, betrug derselbe bei Gallenmangel nur 3·23%. Dies lässt sich aus dem bedeutenden Fettgehalte der Fæces erklären, indem in den trockenen Fæces 77% Fett, gegen die — den normalen Verhältnissen entsprechenden — 33·85% Fett vorhanden waren.

Betreffs der Fettausnützung ist zu bemerken, dass bei der täglichen Aufnahme von 111·8 gr Fett 31·25 gr, also 31·65% des aufgenommenen Fettes, in den Fæces erschienen, d. h. es wurden

76·60 gr, beziehungsweise 68·35% resorbiert, während unter normalen Verhältnissen, bei der gleichen Nahrung täglich nur 1·888 gr Fett, d. h. 1·71% der Aufnahme an Fett ausgeschieden wurden.

Bei Gallenmangel waren 10% des Fettes der Fæces Fettsäuren, unter normalen Verhältnissen hingegen 62%.

Die mindere Fettresorption bei Gallenmangel wird verschiedenartig gedeutet. Nach THANHOFFER (12.) liesse sich dieser Umstand — falls seine entsprechenden Beobachtungen sich auch auf höhere Wirbelthiere als der Frosch, giltig erweisen sollten — aus der Erfahrung erklären, dass die Galle die Bewegungen der Protoplasmafortsätze des Darmepithels lebhafter macht und auf diese Weise die Fettresorption befördert, während bei Entfall der Galle diese Bewegungen minder intensiv sind und die Fettresorption vermindert erscheint.

*

Nach dieser Versuchsreihe wurde das Thier zu Versuchen unbrauchbar, indem ungefähr zwei Wochen nach dem letzten Versuche im Harne des Thieres Gallenfarbstoffe erschienen; es floss immer weniger Galle aus der Fistel, schliesslich hörte der Ausfluss gänzlich auf. Vier Wochen darauf tödteten wir das Thier. Die Section ergab, dass sich die Fistel organisch geschlossen hatte, indem sich zwischen dem Ductus hepaticus und choledochus an der Stelle der Durchtrennung zugleich eine Communication gebildet hatte; den Ductus cysticus fand ich der ganzen Länge nach obliterirt.

Wenn wir nun die am lebenden Thiere beobachteten Veränderungen in Betracht ziehen, können wir aus ihnen schliessen, dass sich die Gallenblase, in Folge fortwährenden Zuges, verlängerte, demzufolge dieselbe sich in der Mitte schloss, ein Fall, wie ihn auch ARNOLD (10.) beobachtete. Dies führte zur Stauung der Galle, derzufolge die beiden Enden des Ductus choledochus an der Stelle der Durchtrennung zusammenwuchsen, eine Communication herstellten. Das operirte Thier war im Ganzen 4½ Monate versuchsfähig.

Ausser diesen bisher beschriebenen sechs Versuchsreihen

machte ich noch eine Versuchsreihe, welche sich auf die Eiweissablagerung befördernde Wirkung der mehrmaligen Nahrungsaufnahme bei Gallenmangel bezieht. Diese mitzutheilen hielt ich deshalb für nicht überflüssig, da der Einfluss von Gallenmangel bei fractionierter Ernährung meines Wissens bisher von Niemandem untersucht wurde.

Siebente Versuchsreihe.

§ 7. *Stoffwechsel bei Gallenmangel und täglich 2maliger Fütterung.*

Die Nahrung war bei diesen Versuchen dieselbe, wie bei den Versuchen der in § 5 beschriebenen Reihe, wo das Thier täglich einmal Futter erhielt. Da diese Versuche die unmittelbare Fortsetzung der in § 5 mitgetheilten Versuche bei einmaliger Fütterung bildet, habe ich hier behufs Vergleichs auch den Mittelwerth der darauf bezüglichen Werthe in die Tabelle aufgenommen.

Die Ergebnisse des Versuches sind folgende: (Siehe p. 108.)

Im Falle einmaliger Fütterung wurde vom 28.—31. Juli im Körper des Thieres infolge der eiweisssparenden Wirkung der Kohlenhydrate Eiweiss zurückgehalten; diese zurückgehaltene Eiweissmenge entsprach nahezu gleichmässig täglich 2·689 gr Stickstoff. Hierauf hob sich bei täglich zweimaliger Fütterung der vorherige Eiweissansatz gleich am ersten Tage um 0·669 gr Stickstoff entsprechende Eiweissmenge, demnach um 24% und blieb durch 3 Tage nahezu auf derselben Höhe, nach welcher Zeit derselbe dem normalen Eiweissansatz nahezu gleich wurde.

Bei zweimaliger Darreichung des Futters wurde demnach das in die Gewebe gelangte Eiweiss in geringerem Maasse zersetzt und mehr im Körper zurückgehalten.

Ausserdem lässt sich auch constatieren, dass der Stickstoffgehalt der Fæces in diesen Versuchen geringer ist, als bei einmaliger Nahrungsaufnahme (siehe die auf die Fæces bezügliche folgende Tabelle, welcher Umstand für eine bessere Resorption des Eiweisses spricht.

Die Erfahrung, dass bei dem Thiere mit Gallenfistel bei mehrmaliger Nahrungsaufnahme im Organismus mehr Eiweiss zurück-

	Körpergewicht Kgm.	In der Nahrung: Nitrogen Gm.	In der Nahrung: Fett Gm.	In der Nahrung: Kohlehydrate Gm.	Harn: Menge Kbc.	Harn: Spec. Gew.	Harn: Nitrogen Gm.	Koth-Nitrogen (Mittelwerth) Gm.	Galle-Nitrogen Gm.	Gesammt-Nitrogen-Ausgabe (Mittelwerth) Gm.	Nitrogenbilanz + Gm.	Anmerkung
1897 28.—31. Juli (Durchschn.)	16·15	17·711	23·26	183·15	605	1024	13·295	1·45	0·277	15·022	+ 2·689	Einmalige Fütterung in 24 Stunden
1.	16·22	17·711	23·26	183·15	590	1023	12·761	1·347	0·245	14·353	+ 3·358	Zweimalige Fütterung in 24 Stunden
2.	16·34	17·711	23·26	183·15	590	1023	12·720	1·347	0·249	14·316	+ 3·395	
3.	16·35	17·711	23·26	183·15	590	1023	12·803	1·347	0·261	14·411	+ 3·300	
4.	16·47	17·711	23·26	183·15	625	1023	13·475	1·347	0·252	15·074	+ 2·637	
5.	16·47	17·711	23·26	183·15	615	1024	13·689	1·347	0·249	15·285	+ 2·426	
									Mittelwerth 0·251			

Die Daten bezüglich der Fæces:

(Die absoluten Werthe beziehen sich auf 24 Stunden, die percentuellen Werthe auf die trockenen Fæces.)

	Frischer Koth Gm.	Trockenkoth Gm.	Nitrogen: Absol. Menge Gm.	Nitrogen: % Menge	Nitrogen: % der Nitrogeneinnahme	Gesammtfett: Absol. Menge Gm.	Gesammtfett: % Menge	Gesammtfett: % der Fetteinnahme	Kohlehydrate: Absol. Menge Gm	Kohlehydrate: % Menge	Kohlehydrate: % der Kohlehydrateinnahme	Asche: Absol. Menge Gm.	Asche: % Menge	Anmerkung
1897 28.—31. Juli	68·7	22·37	1·45	6·42	8·3	11·05	50·16	46·9	0·34	1·56	0·17	1·84	8·16	*Einmalige* Fütterung in 24 Stunden mit Eiweiss + Kohlehydr Nahrung
1.—5. Aug.	67·9	22·36	1·34	6·02	7·5	9·48	42·44	40·36	2·60	11·64	1·47	1·86	8·32	*Zweimalige* Fütterung in 24 Stunden mit derselben Nahrung
14.—16. Oct.	116·6	30·03	1·68	5·60	9·5	17·56	58·53	70·69	0	0	0	2·03	6·67	*Einmalige* Fütterung in 24 Stunden mit derselben Nahrung

gehalten wird, als bei einmaliger Aufnahme, stimmt mit den im hiesigen physiologischen Institut von GEBHARDT (28), ferner von Anderen, so insbesonders von ADRIAN (25) und neuestens von KRUMACHER (31) an normalen Hunden angestellten Versuchen überein.

Neben dem eigenthümlichen Verhalten der Eiweissresorption bei zweimaliger Nahrungsaufnahme, lässt sich auch betreffs der Fettausnützung eine sonderbare Änderung constatieren, was aus der auf die Fæces bezüglichen Tabelle ersichtlich ist. In dieser Tabelle sind behufs Vergleichs mit den Verhältnissen bei einmaliger Fütterung, die Ergebnisse zweier solcher Versuchsreihen (aus § 5 vom 28.—31. Juli und aus § 6 vom 14.—16. October) angeführt.

Wir ersehen, dass die Fettausnützung bei zweimaliger Nahrungsaufnahme besser, als bei einmaliger ist. Während bei einmaliger Darreichung des Futters binnen 24 Stunden 11·05 gr, d. i. 46·9% des aufgenommenen Fettes, beziehungsweise 17·56 gr, d. i. 70·69% des verzehrten Fettes unausgenützt mit dem Kothe entfernt wird, beträgt das unausgenützt verlorengehende Fett bei zweimaliger Fütterung nur 9·48 gr, d. i. 40·36% des verzehrten Fettes, d. h. die Fettresorption war in diesem Falle günstiger, als bei einmaliger Fütterung.

Bei zweimaliger Fütterung waren in den Fæces mehr Kohlenhydrate enthalten, als bei einmaliger Fütterung, doch noch immer bedeutend weniger, als dies unter normalen Verhältnissen bei einmaliger Fütterung der Fall war (s. § 6).

*

In Folgendem möchte ich noch die wichtigeren Ergebnisse der beschriebenen Untersuchungen kurz zusammenfassen:

1. Bei Ernährung mit genügend Eiweiss und wenig Fett kommt der normale Organismus bei einem gewissen Körpergewicht auch bei Gallenmangel in Stickstoffgleichgewicht, doch stellt sich dieses Stickstoffgleichgewicht bei Gallenmangel, im Falle gleicher Ernährung, nur bei einem kleineren Körpergewicht ein.

2. Bei Ernährung mit mehr Fett und mittlerer Quantität Eiweiss kommt unter normalen Verhältnissen infolge der eiweisssparenden Wirkung des Fettes Eiweissretention zu Stande; wogegen bei Gallenmangel bei der nämlichen Nahrung gesteigerter Eiweisszerfall, beziehungsweise Eiweissverlust eintritt.

Gemäss den mitgetheilten Versuchen kommt bei Gegenwart der Galle, im Falle wir in der Nahrung auf 1 kgr Körpergewicht 1 gr Stickstoff (6·25 gr Stickstoffsubstanz) und 6 gr Fett nehmen, innerhalb 24 Stunden ein Nitrogensubstanz-Ansatz, im Ganzen von 7·9 gr zu Stande. Bei der nämlichen Nahrung und Gallenmangel zeigte sich, selbst wenn auf 1 kgr Körpergewicht, 1·15 gr Stickstoff (7·62 gr Stickstoffsubstanz) und 7·7 gr Fett verzehrt wurde, täglich ein Stickstoffsubstanzverlust, im Ganzen von 18·25 gr.

3. Bei Ernährung mit grösseren Mengen Kohlenhydrat (10—11 gr auf 1 kgr Körpergewicht), mittlerer Menge Eiweiss (1 gr Nitrogen auf 1 kgr Körpergewicht) und sehr wenig Fett (1 gr auf 1 kgr Körpergewicht) erfolgt sowohl im normalen Zustande, wie auch bei Gallenmangel Eiweissablagerung (normal 13·1%, bei Gallenmangel 15·1% des aufgenommenen Eiweisses) und eine, dem entsprechende Zunahme des Körpergewichtes. Demzufolge sind bei Ernährung mit mittlerer Quantität Eiweiss, grösserer Quantität Kohlenhydraten und sehr wenig Fett im Falle von Gallenmangel, ebenso günstige Resultate zu erzielen, wie bei normalen Verhältnissen.

4. Durch Darreichung der Nahrung in mehreren Rationen kann auch bei Gallenmangel gesteigerter Eiweissansatz erreicht werden. Gleichzeitig bessert sich auch die Fettresorption.

5. Die absolute Menge des Stickstoffes der Fæces ist bei verschiedener Fütterung im Falle Gallenmangels grösser, als bei demselben Thiere unter normalen Verhältnissen.

Während unter normalen Verhältnissen, trotz des verschiedenen Stickstoffgehaltes der aufgenommenen Nahrung die relative (percentuelle) Menge des Stickstoffes der trockenen Fæces sich nur zwischen engen Grenzen ändert, ja nahezu gleich (7·22%—8·68%) ist, ändert sich dieselbe im Falle von Gallenmangel zwischen weiten Grenzen (3·23—6·42%) und ist immer kleiner als normal, was sich

aus der verminderten Ausnützung des Fettes erklären lässt, infolge deren der relative Fettgehalt der Fæces zunimmt.

6. Der Gehalt der Fæces an Kohlenhydraten ist bei Gallenmangel geringer.

7. Im Falle Gallenmangels ist die Fettausnützung sowohl bei Aufnahme von geringerer, als auch mittlerer und grösserer Quantität Fett bedeutend geringer.

Die Verhältnisse sind aus folgender Tabelle ersichtbar:

	Fettmenge in 24 stündiger Nahrung	Fettmenge im 24 stündl. Kothe	Kothfettmenge in % der aufgenommenen Fettmenge	Nr. der Versuchsreihe
Im normalen Zustande	22·35 Gm.	2·35 Gm.	10·5 %	3
	54·06 «	3·43 «	6·34 «	2
	109·3 «	1·88 «	1·74 «	1
Bei Gallenmangel	23·26 Gm.	11·03 Gm.	46·9 %	5
	59·59 «	25·57 «	42·9 «	4
	111·82 «	35·21 «	31·6 «	6

Demnach sind die Resorptionsverhältnisse, wie folgt:

	Fettmenge in der 24 stündigen Nahrung	Resorbierte Fettmenge in 24 Stunden	Resorbierte Fettmenge in % der aufgenommenen Fettmenge	Nr. der Versuchsreihe
Im normalen Zustande	22·35 Gm.	19·90 Gm.	89·5 %	3
	54·06 «	50·63 «	93·6 «	1
	109·3 «	107·42 «	98·2 «	2
Bei Gallenmangel	23·26 Gm.	12·23 Gm.	53·1 %	5
	54·06 «	34·02 «	74·4 «	4
	111·82 «	76·61 «	64·7 «	6

8. Entsprechend dem bei Gallenmangel bestehenden grösseren Fettverluste, geht auch aus dem im Wege der Nahrung aufgenommenen Energienwerth ein grösserer Theil unausgenützt verloren. Die hierauf bezüglichen Daten sind in folgender Tabelle ersichtlich:

	Nr. der Versuchsreihe	Energienwert der 24 stündl. Nahrung	Fettmenge in der 24 stündl. Nahrung	Fettverlust im Wege des Kothes	Energienwert des Kothfettes	Energienverlust im Wege des Kothes ausgedrückt in % des Gesammtenergienwerthes der Nahrung
Im	3	1394 Cal.	22·25 Gm.	2·35 Gm.	21·8 Cal.	1·5 %
normalen	1	1410·4 „	54·06 „	3·43 „	31 „	2·1 „
Zustande	2	1469·7 „	109·3 „	1·88 „	17·4 „	1·1 „
Bei	5	1440·9 Cal.	23·26 Gm.	11·03 Gm.	112·6 Cal.	7·7 %
Gallen-	4	1458 „	59·59 „	25·57 „	237·8 „	16·3 „
mangel	6	1493 „	111·82 „	35·21 „	327 „	21·9 „

Diese Daten weisen darauf hin, dass der Energienverlust, der normal im Wege des Fettes der Fæces 11·21% beträgt, bei demselben Thiere und bei der nämlichen Fettaufnahme im Falle Gallenmangels 7—21·9% der gesammten Energiezufuhr beträgt.

9. Während unter normalen Verhältnissen das Fett der Fæces 15·2—25·38% der trockenen Fæces betrug, war bei Gallenmangel der relative Fettgehalt der trockenen Fæces 50·16—77%. Dieser Umstand war es, der die bedeutende Verringerung der relativen (percentuellen) Menge des Stickstoffgehaltes der Fæces — im Vergleich zum normalen — verursachte.

LITTERATUR.

1) 1665. Fr. Glissonii: *Anatomia hepatis.* Amstelodami 1665. Cap. XXXVII. S. 318—320.

2) 1679. I. E. Heimburger: Dissertatio physiologica *de bile.* Lipsiæ. Cap. III. § XVIII.

3) 1764. A. Haller: Elementa physiologiæ corporis humani. Tom. VI. § XXXII. S. 608.

4) 1813. Brodie: (Quarterly Journ. of Sc. and the Arts 1813. S. 341.) J. Müller Handb. d. Physiol. I. B. S. 464.

5) 1826. Tiedemann und Gmelin: Die Verdauung nach Versuchen. II. Th. S. 4—65.

6) 1844. Schwann: Versuche um auszumitteln, ob die Galle im Organismus eine für das Leben wesentliche Rolle spielt. Arch. für Anatomie und Physiologie. 1844. S. 127.

7) 1846. Frerichs: Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd III. Th. I. S. 834 und 835.

8) 1851. Wistinghausen: Experimenta quædam endosmotica de bilis in absorptione adipum neutralium partibus. Dissertatio inauguralis physiologica.
9) 1852. Bidder und Schmidt: Die Verdauungssäfte und der Stoffwechsel. S. 98.
10) 1853. Arnold: Die physiolog. Anstalt der Universität Heidelberg. 1853—1858. S. 19.
11) 1868. Kühne: Lehrbuch der physiolog. Chemie. S. 106.
12) 1874. Thanhoffer: Beiträge zur Fettresorption und histologischen Structur der Dünndarmzoten. Pflüger's Archiv IX. S. 329.
13) 1879. Rubner: Über die Ausnützung einiger Nahrungsmittel im Darmcanale des Menschen. Zeitschrift für Biologie. Bd 15. S. 115.
14) 1880. Spiro: Über die Gallenbildung beim Hunde. Archiv für Anatomie und Physiologie. 1880. Supplementband S. 50.
15) 1881. Voit: Physiologie des allgemeinen Stoffwechsels und der Ernährung: Hermann's Handbuch der Physiologie. Bd VI. S. 143.
16) 1882. Voit: Über die Bedeutung der Galle für die Aufnahme der Nahrungsstoffe im Darmcanal: Beiträge zur Biologie als Festgabe dem Anatomen und Physiologen Th. L. W. von Bischoff. S. 104.
17) 1882. Röhmann: Beobachtungen an Hunden mit Gallenfisteln. Pflüger's Archiv. Bd 29. S. 509.
18) 1885. Rubner: Calorimetrische Untersuchungen: Zeitschrift für Biologie. Bd 21. S. 337—410.
19) 1886. Hirschler: Über den Einfluss der Kohlenhydrate und einiger anderer Körper der Fettsäurereihe auf die Eiweissfäulniss. Zeitschrift für physiologische Chemie. Bd X. S. 306.
20) 1887. Fr. Müller: Untersuchungen über Icterus: Zeitschrift für klinische Medicin. Bd 12. S. 45.
21) 1890. Bókay: Az epének és alkotó részeinek hatása a bélmozgásra: Értesítő az erdélyi muzeumegylet orvostermészettudományi szakosztályából. Jahrg. XV. S. 19.
22) 1890. Munk: Über die Resorption von Fetten und festen Fettsäuren nach Ausschluss der Galle vom Darmcanal. Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie. Bd 122. S. 302.
23) 1891. Dastre: Contribution à l'étude de la digestion des graisses. Arch. de Physiol. norm. et path. 1891. S. 186.
24) 1894. Kayser: Über die Beziehungen von Fett und Kohlenhydraten

zum Eiweissumsatz des Menschen: Norden's Beiträge zur Physiologie und Pathologie des Stoffwechsels. Heft II. S. 1.

25) 1894. Adrian: Weitere Beobachtungen über den Einfluss täglich einmaliger oder fractionirter Nahrungsaufnahme auf den Stoffwechsel des Hundes. Zeitschr. für physiol. Chemie. Bd 19. S. 123.

26) 1896. Dormeyer: Die quantitative Bestimmung von Fetten, Seifen und Fettsäuren in thierischen Organen: Pflüger's Archiv. Bd 65. S. 90.

27) 1896. Hirschler és Terray: A bélrohadás és zsírfelszívódás viszonyairól epesipolyos kutyán. Magyar orvosi Archivum. Jahrg. V.

28) 1897. Gebhardt: Über den Einfluss ein- und mehrmaliger Nahrungsaufnahme auf den Organismus: Pflüger's Archiv. Bd 65. S. 611.

29) 1897. Hédon et Ville: Sur la digestion et la resorption des graisses après fistule biliaire et extirpation du pancreas. Arch. de physiol. norm. et pathol. 1897. S. 606.

30) 1897. Praussnitz: Die chemische Zusammensetzung des Kothes bei verschiedenartiger Ernährung. Zeitschr. für Biologie. Bd 35. S. 335.

31) 1897. Krumacher: Wie beeinflusst die Vertheilung der Nahrung auf mehrere Mahlzeiten die Eiweisszersetzung? Zeitschrift für Biologie. Bd 35. S. 471.

9.

UNGARNS HYMENOPTEREN.

Von ALEXANDER MOCSÁRY.

Erster Custor der zoologischen Abtheilung des ungarischen Nationalmuseums, corr. Mitgl. der ung. Akademie der Wissenschaften.

Vorgelegt in der Sitzung der ung. Academie am 18. October 1897.

Die königl. ung. Naturwissenschaftliche Gesellschaft beschloss in der am 15. März 1893 gehaltenen Ausschusssitzung auf Antrag Dr. G. Horváth's, zur Feier des tausendjährigen Bestehens Ungarns, den mit Fundorten versehenen Catalog der Fauna Ungarns herauszugeben; theils um ein Bild des Standes unserer Fauna bei uns und im Auslande zur Zeit des Millenniums zu geben, theils um die Lücken zu zeigen, die in einzelnen Thierclassen oder Ordnungen noch zu beobachten sind und um besonders die hiesigen Forscher auf diese aufmerksam zu machen.

Das Königreich Ungarn wurde in acht Regionen getheilt, mit entsprechenden Bezeichnungen, damit auch das Ausland dieselben verstehe. Das Werk erscheint in lateinischer Sprache und nur die Einleitung wird auch in ungarischer Sprache gegeben.

In der Einleitung des Werkes ist die litterarische Geschichte der betreffenden Thierclasse zu geben, die Forscher sind zu nennen, in deren Arbeiten wir auf Ungarn sich beziehende Daten finden, ferner die Sammlungen, die dem Verfasser zu Grunde gelegen sind; die betreffende Thierclasse oder Ordnung ist zu charakterisieren und die auf ungarische Arten sich beziehende Weltlitteratur anzuführen. Die letztere ist bei den Hymenopteren in eben 200 Arbeiten verstreut.

Zur Bearbeitung der einzelnen Thierclassen, Ordnungen oder Abtheilungen wurden Forscher unseres Vaterlandes beauftragt. Ich

wurde mit der Zusammenstellung der Hymenopteren und Neuropteren betraut und konnte den aus 3156 Arten bestehenden Catalog der Hymenopteren der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft schon einreichen; den der in beiläufig 200 Arten vorkommenden Neuropteren hoffe ich bis Frühjahr auch verfertigen zu können.

Aus dem umfassenden Werk — welchem ähnliches wir in der Litteratur keiner Nation finden — wurden bisher schon mehrere Hefte gedruckt und erschienen als Sonderabdrücke, theils befinden sie sich noch im Druck.[1]

*

Die Fauna der Aderflügler (Hymenoptera) Ungarns war bis zur neuesten Zeit fast ganz unbekannt. In den Werken berühmter Schriftsteller des Auslandes finden wir sehr wenige Daten, denn es war Niemand, der sie mit diesen interessanten Thieren unseres Vaterlandes bekannt gemacht hätte.

Es ist zwar wahr, dass schon Graf ALOISIUS MARSILI in seinem classischen Werke[2] einige Hymenopteren erwähnt und deren Ab-

[1] Titel des Werkes: *Fauna Regni Hungariae.* Animalium Hungariæ hucusque cognitorum enumeratio systematica. In memoriam Regni Hungariæ mille abhinc annis constituti edidit Regia Societas Scientiarum Naturalium Hungarica. Budapest, 1896.

Bisher erschienen als Sonderabdrücke:

I. *Protozoa* auctore G. ENTZ: *Coelenterata* ab E. VANGEL.

II. *Myriopoda* et *Crustacea* ab E. DADAY DE DEÉS.

III. *Arachnoidea:* a) *Scorpiones* a C. CHYZER; b) *Pseudoscorpiones* ab E. DADAY DE DEÉS; c) *Opiliones* ab E. DADAY DE DEÉS; d) *Araneae* a C. CHYZER et L. KULCSYŃSZKY; e) *Acarina* a J. JABLONOWSKI; f) *Tardigrada* ab E. DADAY DE DEÉS; g) *Linguatulina* ab E. DADAY DE DEÉS.

IV. *Lepidoptera.* Auctoribus L. ABAFI-AIGNER, J. PÁVEL et F. UHRYK.

V. *Coleoptera.* Auctore D. KUTHY.

Im Druck befindet sich: *Hymenoptera* ab A. MOCSÁRY.

Im Manuscript sind fertig: *Hemiptera* a G. HORVÁTH; *Orthoptera* a J. PUNGUR; *Diptera* a J. THALHAMMER; *Reptilia* et *Amphibia* a L. MÉHELŸ. Die übrigen Theile sind noch in Arbeit.

[2] *Danubius Pannonico-Mysicus.* observationibus geographicis, astronomicis, hydrographicis, historicis, physicis perlustratus et in sex Tomos digestus ab ALOYSIO FERD. COM. MARSILI. Hagæ et Amstelodami, 1726. Tom. VI. De Insectis. Insecta, quæ ad ripas Danubii et Tibisci inveniuntur. Insecta terrestria. Anelytra. Vespæ (mit drei Abbildungen, darunter Abbildung von

bildung gibt; doch war der erste, der über die ungarische Hymenopteren verwendbare Daten veröffentlichte J. A. Scopoli,[1] der aus Tirol stammende Professor der Akademie in Selmecz (Schemnitz), später an der Universität in Pavia, der 10 Jahre seines Lebens (1766—1776) als Professor der Chemie und Botanik in Selmecz verlebte und auch Hymenopteren sammelte und in seinen Wrken beschrieb (11 Arten). Diese Daten hat der deutsche Christ[2] in sein vorzügliches Werk aufgenommen und noch mit 7 neueren Daten vervollständigt. Schade, dass ein Theil dieser Thiere nicht zu deuten ist und ihre Namen für die Wissenschaft verloren gegangen sind.

Fabricius erwähnt in seinem Werke «Systema Piezatorum» (1804) nur 3 Arten aus Ungarn, Germar[3] schon 17 aus der Umgebung von Fiume. Die meisten Daten treffen wir noch in den Arbeiten von Klug,[4] der die aus der Sammlung des Berliner Museums beschriebenen aus Ungarn stammenden Blatt- und Holzwespen vom Wiener Insectenhändler Dahl erhielt; während mehrere Ichneumoniden (36 Arten), grösstentheils ebenfalls nach Daten Dahl's, Gravenhorst[5] bekannt gemacht hat.

Von dieser Zeit angefangen finden wir in der ausländischen Litteratur nur einzelne zerstreute Daten, bis Wesmael[6] und Dahlbom,[7] die ebenfalls einige Arten aus Ungarn beschrieben.

Pollistes gallica und deren Nest, Pag. 117. *Bombus*, welche er *Fucus* [Drohne] nennt, mit zwei Abbildungen, in denen wir leicht *Bombus lapidarius* und *hortorum* erkennen).

[1] Annus IV. historico-naturalis. Lipsiæ, 1770. Dissertatio de Apibus. — Annus V. historico-naturalis. Lipsiæ, 1772. Observationes zoologicæ.

[2] Naturgeschichte, Classification und Nomenclatur der Insecten vom Bienen-, Wespen- und Ameisengeschlecht. Frankfurt a. M. 1791.

[3] Reise nach Dalmatien und in das Gebiet von Ragusa. Leipzig und Altenburg, 1817.

[4] Die Blattwespen nach ihren Gattungen und Arten zusammengestellt. (Magaz. d. Gesellsch. Naturforsch. Freunde zu Berlin. II. 1808; VI. 1814; VII. 1816; VIII. 1818.)

[5] Ichneumonologia Europæa. 3. Vol. Vratislaviæ, 1829.)

[6] Tentamen dispositionis methodicæ Ichneumonum Belgii. (Nouv. Mém. Acad. Bruxell. XVIII. 1844.) — Ichneumonologica Miscellanea. Bullet. Acad. Bruxell. XXII. 1855.) — Ichneumonologica Otia. (Ibid. XXIV. 1857.)

[7] Hymenoptera europæa, præcipue borealia. Tom. I. Sphex in sensu Linneano. Lundæ, 1843—45. Tom. II. Chrysis in s. L. Berolini, 1854.

Im Jahre 1851 sendete JOHANN von FRIVALDSZKY ungarische und kleinasiatische Hymenopteren an TISCHBEIN[1] und FÖRSTER[2] zur Bestimmung, die diese Daten in ihren Arbeiten und die neuen Arten beschrieben.

Die ersten umfassenderen Bekanntmachungen schrieb GUSTAV MAYR[3] damaliger Oberrealschulprofessor in Pest, jetzt pens. Professor in Wien, über die Ameisen Ungarns im Jahre 1856 und 1857, welche JOHANN von FRIVALDSZKY im Jahre 1868 in ungarischer Sprache besprochen hat.

Einige neue ungarische Arten von Budapest, die Dr. JULIUS KOVÁCS sammelte, hat der in Frankreich geborene Arzt GIRAUD[4] in Wien beschrieben; später erwähnen mehrere ungarische Arten BRISCHKE und ZADDACH.[5]

Als ich im Jahre 1874, auf die Anregung meines nicht lange verstorbenen Chefs, JOHANN FRIVALDSZKY's, speciell Hymenopteren zu sammeln und zu studieren begonnen habe, war auch die diesbezügliche Sammlung des National-Museums verhältnissmässig arm. Sie bestand aber auch nur aus den Exemplaren, die JOH. von FRIVALDSZKY in verschiedenen Theilen des Landes nur nebenbei sammelte und aus der geringen Zahl derjenigen, die EMERICH v. FRIVALDSZKY's Sammler aus Bulgarien und der Türkei einsendeten. Von dieser Zeit angefangen entwickelte sich die Sammlung durch meine 18 Jahre hindurch angestellten Excursionen in verschiedene Theile des Landes, wie durch die des JOHANN PÁVEL, Sammler des National-Museums und die neueren Sammelergebnisse JOH. v.

[1] Hymenopterologische Beiträge. (Stett. ent. Zeit. XIII. 1852.)

[2] Eine Centurie neuer Hymenopteren. (Verh. Naturhist. Ver. preuss. Rheinl. VII. 1850; VIII. 1851; X. 1853.) — Zweite Centurie. (Ibid. XII. 1855; XVI. 1859; XVII. 1860.)

[3] Beiträge zur ungarischen Formicinen-Fauna. (Verh. zool.-bot. Gesellsch. Wien. VI. 1856.) — Ungarns Ameisen. (Drittes Programm der städtischen Oberrealschule in Pest für das Schuljahr 1856/57. Pest, 1857.)

[4] Description de quelques Hymenoptéres nouveaux ou rares. (Verh. zoolog.-bot. Gesellsch. Wien. VII. 1857.)

[5] Beobachtungen über die Arten der Blatt- und Holzwespen. (Schr. d. physik.-ökon. Gesellsch. in Königsberg. Bd. III. 1862; Bd. IV. 1863; Bd. VI 1865; Bd XVI. 1875. und Schrift. d. Naturf. Gesellsch. in Danzig. Bd V. Danzig. 1883.)

Frivaldszky's derart, dass als Heinrich Friese, der ausgezeichnete Bienenkenner, durch meine Publicationen und Tauschsendungen auf unsere ausserordentlich interessante Fauna aufmerksam geworden und im Jahre 1886 eine Studien- und Sammelreise nach Ungarn machte, hier schon eine ziemlich schöne und grösstentheils bestimmte Sammlung fand. Aber durch seinen 10 monatlichen Aufenthalt in unserem Lande ergänzte er die Kenntniss unserer Fauna durch vieles; viele neue Daten und Beobachtungen sammelnd in verschiedenen Gegenden Ungarns.

Seit dieser Zeit und auch schon einige Jahre vorher, bis zur neuesten Zeit sammelten zum Theil neben Anderen unsere begeisterten Forscher auch Hymenopteren und so steuerten sie nicht wenige Daten zur diesbezüglichen Fauna Ungarns bei, sich dadurch würdig machend, dass ihre Namen zur ewigen Erinnerung hier aufgezählt werden. Diese begeisterten Forscher sind folgende: Ludwig Arafi-Aigner, Rudolf Anker, Ludwig Biró, Dr. Karl Brancsik, Friedrich Cerva, Dr. Cornelius Chyzer, Frau Dr. K. Chyzer, Ernst Csiki (Dietl), Dr. Eugen von Daday, Julius Dahlström, Dr. Gustav Emich, Alexander Fehér, Heinrich Friese, Johann Frivaldszky, Aloisius Gammel, Carl Heinrich, Otto Herman, Dr. Géza Horváth, Josef Jablonowski, Carl Kelecsényi, Dionysius Kenderessy, Dr. Coloman Kertész, Andreas Kiss de Zilah, Rudolf Kohaut, Anton Korlević, Dr. Julius Kovács, Desiderius Kuthy, Dr. Desiderius Kuthy, Dr. A. Langhoffer, Ladislaus Madarassy, Dr. Julius Madarász, Josef Mann, Ludwig von Méhelÿ, Eduard Merkl, Franz Metelka, M. Padewieth, Josef Paszlavszky, Johann Pável, Josef Pruzsinszky, Julius Pungur, Gustav Rebel, Carl Riess, Ritter Carl von Sacher, Carl Sajó, Josef Stipanics, Victor Szépligeti, Zoltán Szilády, Johann Thalhammer, Dr. Josef Török, Dr. Ferdinand Uhryk, Dr. Eugen Vángel, Josef Váný, Emerich Vellay, Ferdinand Vidra, Franz und Johann Wachsmann und Johann Xántus.

Die erste grössere Hymenopteren-Sammlung war in Ungarn die des Tobias Koy,* Staats-Cassen-Beamter in Ofen, der aus der Umgebung von Budapest 136 Arten Hymenopteren aufzählt; aber

* Alphabetisches Verzeichniss meiner Insectensammlung. Ofen, 1800.

wenn wir in Betracht ziehen, dass in dieser Zeit die meisten bei uns vorkommenden Arten noch unbekannt waren und nur später beschrieben wurden, so können wir bestimmt sagen, dass die Sammlung Koy's eine grosse gewesen sein mochte, die grösstentheils unbestimmt war und für die Wissenschaft neue Thiere enthalten hat. Die zweite grössere Sammlung war diejenige, die ein polnischer Naturforscher unbekannten Namens am Anfang dieses Jahrhunderts (1803—1806) in Ungarn erwarb und die jetzt das Eigenthum des Museums in Warschau ist, wie dieses der vor Kurzem verstorbene ausgezeichnete Hymenopterolog, der russische General O. Radoszkovszky während seines Aufenthalts in Budapest im Jahre 1886 uns erzählte.*

Ausser der Sammlung des National-Museums besitzen jetzt noch grössere Sammlungen von ungarischen Hymenopteren: 1. Dr. Carl Brancsik in Trencsén; 2. Ministerialrath Dr. Cornelius Chyzer in Budapest, der mit ausgezeichnetem Fleisse die Insectenfauna des Zempléner Comitates erforschte und publicirte; 3. Heinrich Friese in Innsbruck, der, wie ich schon bemerkte, 10 Monate in Ungarn verbrachte und sammelte; 4. Anton Korlević, zuerst Professor in Fiume, jetzt in Zágráb, der fleissig die Hymenopteren des ungarischen Littorale sammelte und veröffentlichte, sich damit grosse Verdienste erwerbend; 5. Professor Josef Paszlavszky, der die Cynipiden Ungarns studierte; 6. Professor Victor Szépligeti in Budapest, der die Braconiden und Cynipiden mit grossem Fleisse sammelte und studierte; 7. die grosse Sammlung Ludwig Biró's, die aus mehreren tausend Exemplaren besteht und jetzt Eigenthum des National-Museums ist. Ausserdem haben noch mehrere kleinere Sammlungen.

Die jetzt erwähnten haben ihre Sammlungen, wenn auch nur zum Theil litterarisch bearbeitet und trugen auch auf diese Weise zur Kenntniss unserer Fauna bei.

Mit Dank müssen wir auch derjenigen hervorragenden Fachmänner des Auslandes gedenken, die in neuerer Zeit durch Determination und Veröffentlichung unserer Thiere grosse Verdienste erwarben, denen die Sammlung und Typen des Museums immer

* Rovartani Lapok. III. 1886. Pag. 213.

zur Verfügung standen und die mir halfen, dass ich diese Fauna zusammenstellen konnte. Diese hervorragenden Fachmänner sind folgende: E. André, S. Brauns, H. Friese, A. Handlirsch, Fr. Fr. Kohl, F. Konow, J. Kriechbaumer, G. Mayr, F. Morawitz, A. Schletterer und O. Schmiedeknecht, die ersten Autoritäten der Hymenopterologie.

Was nun den Charakter der reichen Hymenopteren-Fauna unseres Vaterlandes anbelangt, so ist sie sozusagen eine Mischung der mitteleuropäischen, mediterranen und südöstlichen Fauna, mit grösstentheils östlichem Charakter und vielen eigenen Arten, ohne aber dass die westlichen Thiere gänzlich fehlen möchten; mit welcher keines Landes Fauna verglichen werden und welche so mit Recht *ungarische Fauna* genannt werden kann; was übrigens die grosse Ausbreitung des Landes und die Mannigfaltigkeit der Flora Ungarns genug rechtfertigt. Schon die Centrale, die Umgebung von Budapest, bietet die grösste Mannigfaltigkeit; denn das rechte Donauufer beherbergt grösstentheils die Thiere hügeliger und bergiger Gegenden, das linke Ufer aber, der von hier über das Alföld (Tiefebene) bis durch Siebenbürgen reichende, zum Theil sandige Boden ist südöstlicher Natur. Ein Theil unserer Thierformen ist von hier bis Süd-Russland, dem Kaukasus oder Turkestan verbreitet; andere aber sind durch Süd-Frankreich und Spanien bis Algier zu finden.

In faunistischer Hinsicht sind jedenfalls die grosse Central-Tiefebene, die Umgebung von Mehadia, respective Herkulesbad, Szomotor (Comitat Zemplén) und die Deliblater Sandwüste die interessantesten; wo auch Thiere der südrussischen Flugsandsteppen leben.

Dem heutigen Stand der Wissenschaft entsprechend, beweisen die angeführten Daten, dass die Hymenopteren-Fauna Ungarns schon ziemlich erforscht ist und dass aus den einzelnen Familien nur wenige neuere Daten zu sammeln sein werden; aber ein grosses und dankbares Terrain bietet sich denjenigen dar, die einst die Ichneumoniden, Proctotrupiden und Ichneumoniden zum Studium wählen.

10.

ÜBER DAS BEWEGUNGSNACHBILD.

Von Dr. ADOLF SZILI.

Professor an der Universität zu Budapest.

Vorgelegt der Akademie in der Sitzung vom 17. Mai 1897 durch das ord. Mitglied FERD. KLUG.

Aus »Mathematikai és Természettudományi Értesítő« (Math. und naturwiss. Anzeiger). Band XV. pp. 185—191.

§. 1.

Die Erscheinung der Nachbewegung wurde seit dem ursprünglichen Experimente von PLATEAU[1] in verschiedener Form mehrfach auch von Anderen beobachtet (OPPEL: Uferphænomen;[2] HELMHOLTZ: Gesichtsschwindel[3]): dennoch ist dieselbe eine Thatsache geblieben, die in der physiologischen Optik kein gesichertes Hei-

[1] Vierte Notiz über neue, sonderbare Anwendungen des Verweilens der Eindrücke auf der Netzhaut. Poggendorff's Annalen der Phys. u. Chemie. LXXX. S. 289.

[2] Neue Beobachtungen und Versuche über eine eigenthümliche und wenig gekannte Reaktionsthätigkeit des menschlichen Auges. Poggendorff's Ann. XCIX. S. 504.

[3] Handbuch der physiologischen Optik. 2. Aufl. S. 746.

Ferner: ENGELMANN: Ueber Scheinbewegung in Nachbildern. (Jenasche Zeitschr. f. Med. u. Naturwissensch. III. B. pag. 443.; 1861); DVOŘAK: Versuche über Nachbilder von Reizveränderungen. (Ber. d. Wiener Akad. d. Wiss. LXI. B. pag. 287. 1871); KLEINER: Ueber Scheinbewegungen. (Pflüger Archiv. XVIII. B. pag. 572.); BUDDE: Ueber metakinetische Scheinbewegungen. (Arch. f. Anatomie und Physiologie, 1884. pag. 127.); HOPPE: Studie zur Erklärung gewisser Scheinbewegungen. (Zeitschr. für Psychologie und Physiol. d. Sinnesorgane. VII. B., S. 29. 1894.)

matsrecht hat, da ihre Wesentlichkeit noch immer nicht ergründet ist.

Ich habe darum, anknüpfend an die klassische Beobachtung PLATEAU's, eine zusammenhängende Reihe von Versuchen angestellt, deren Ergebnisse, wie ich glaube, diese Wesentlichkeit der Erscheinung in ein etwas deutlicheres Licht setzen. Zugleich gewähren dieselben einer von CZERMAK stammenden, aber weiter nicht ausgearbeiteten Theorie,[1] die optische Bewegungsempfindung betreffend, die, meines Wissens, bisher nur bei EXNER[2] und VIERORDT[3] Zustimmung gefunden hat, eine nicht zu verschmähende Stütze.[4]

Das Experiment PLATEAU's besteht in Folgendem:

Wenn man eine archimedische Spirale auf einer Scheibe mit einer bestimmten Geschwindigkeit dreht, so erscheint dieselbe als ein System concentrischer Kreise. Geschieht die Drehung in der Richtung des peripheren Spiralendes, dann scheinen die Kreise am Rande der Scheibe zu entstehen, und sich verjüngend gegen das Centrum zu eilen; geschieht die Drehung in der Richtung des centralen Spiralendes, dann scheinen die Kreise im Centrum der Scheibe zu entstehen, und sich vergrössernd, gegen die Peripherie hin zu flüchten.

Wenn man nun eine solche Scheibe unter unausgesetzter Fixation des Centrums eine Zeit lang betrachtet hat, und sofort danach den Blick auf ruhende Gegenstände richtet, so scheinen diese sich vergrössernd näher zu rücken, in dem Falle, dass die vorher beobachtete Erscheinung auf der Scheibe Verkleinerung der Kreise und Flucht gegen das Centrum war, oder kleiner werdend sich zu entfernen, wenn vordem auf der Scheibe Vergrösserung der Kreise und Flucht gegen die Peripherie beobachtet wurde.

[1] Ideen zu einer Lehre vom Zeitsinn. Ber. d. Wien. Akad. d. Wiss. XXIV. B., S. 231. (1857.)

[2] Ueber das Sehen von Bewegungen und die Theorie des zusammengesetzten Auges. Ibid. B. LXXII. pag. 159. (1875.)

[3] Die Bewegungsempfindung. Zeitschrift f. Biologie. XII. B., S. 233. (1878.)

[4] Vergleiche den Schlusssatz dieser Mittheilung. Eine ausführlichere Behandlung wird der Gegenstand später noch erhalten.

§. 2.

Ich war zunächst darauf bedacht, die Nachbewegung in ihrer reinsten Einfachheit zu beobachten. Im Gegensatz zu einer ausdrücklichen Bemerkung HELMHOLTZ' hat mir die *Radienscheibe* bei diesen Versuchen die grössten Vortheile geboten. (Die von mir zumeist benützte Scheibe beträgt 20 Cm. im Durchmesser und ist in 50 gleichbreite, abwechselnd schwarze und weisse Sectoren getheilt.)

Beobachtet man diese Scheibe eine Zeit lang bei möglichst langsamer (noch irgendwie wahrnehmbarer) Drehung, unter unausgesetzter Fixation des Centrums, und lenkt man dann den Blick sofort auf ruhende Gegenstände, so scheinen diese mit auffallender Vehemenz in entgegengesetzter Richtung zu stürzen. Zur Erreichung dieser Nachbewegung ist unter allen Umständen die Beobachtung einer halben Raddrehung der Scheibe weitaus genügend. Dieser Thatsache gegenüber ist es zweifellos, dass die Angabe von HELMHOLTZ, betreffend die Undeutlichkeit der Erscheinung, welche sich nach der Beobachtung einer rotirenden Sternfigur einstellt (S. 747) auf irgend einem Irrthum in der Anordnung des Versuches beruht, der hier weiter nicht verfolgt zu werden braucht.

Unter den mannigfachen Beobachtungen, welche sich nach vorhergehender Betrachtung der rotirenden Radienscheibe anstellen lassen, haben mir für die nun folgende Mittheilung blos diejenigen als Grundlage gedient, *welche mit dem Blick auf eine gleichmässig beleuchtete graue Wand, oder im Dunkelzimmer auf einen mit schwarzem Sammt bespannten Schirm gerichtet, angestellt wurden.*

§. 3.

Aus diesen Beobachtungen ergibt sich mit voller Sicherheit:

1. Dass bei Veränderung der Form und der Grösse der objektiv bewegten Fläche - etwa durch ausschliessliche Verwendung eines verschieden grossen Sectors der Radienscheibe, indem man dieselbe durch einen entsprechenden Ausschnitt betrachtet, oder durch Vergrösserung oder Verkleinerung des Gesichtswinkels —

die Erscheinung der Nachbewegung sich stets auf ein umschriebenes Gebiet beschränkt, welches nach Richtung, Form und Ausdehnung genau den Projectionsgesetzen des Nachbildes entspricht;

2. dass die Nachbewegung im Dunkelzimmer ohne jedweden äusseren Inhalt abläuft. Am intensivsten erscheint sie in dem Lichtchaos, welches bei sofortigem Ausschluss jedes äusseren optischen Eindruckes, als Ausfluss des subjektiven Reizzustandes der Netzhaut, das Gesichtsfeld erfüllt.

Mir und vielen meiner Versuchsgenossen gelingt es im Dunkelzimmer stets, auch an dem Nachbilde der Strahlenscheibe selbst ganz deutlich die rückläufige Bewegung wahrzunehmen.

§. 4.

In einer weiteren Reihe von Versuchen war ich bestrebt, die *Intensitätsgrenzen* für den Reiz zu finden, dem die Erscheinung der Nachbewegung folgt.

Bei diesem Vorhaben habe ich mit der Radienscheibe nur nach *einer* Richtung das gewünschte Ziel erreicht: d. i. in dem Nachweis der obersten Intensitätsgrenze.

Es ist äusserst leicht festzustellen, dass die rotierende Scheibe, solange sie überhaupt noch einen wahrnehmbar intermittierenden Reiz auslöst, also bis zur letzten Spur von Flimmern, die Erscheinung der Nachbewegung zu verursachen im Stande ist. Nur wenn die Rotation eine so rasche ist, dass die Scheibe den Eindruck einer gleichmässigen Fläche bietet, erst dann bleibt die Nachbewegung aus.

Dagegen konnte der Radienscheibe am Drehapparat mittels Handkurbel, selbst bei verkehrtem Schnurlauf, keine so langsame Drehung ertheilt werden, dass nicht schon nach verhältnissmässig kurzer Dauer der Bewegungsanschauung die Erscheinung der Nachbewegung gefolgt wäre.

An dieser Stelle will ich zugleich bemerken, dass jenes höchst eigenthümliche Verhältniss, welches zwischen Intensität und Dauer der objektiven Bewegung und Intensität und Dauer der Nachbewegung besteht, nur in einer übersichtlichen Darlegung der zahlreichen diesbezüglichen Versuche zur Kenntniss gebracht

werden kann, was in einer ausführlichen Behandlung des Gegenstandes, die noch aus anderen Gründen nöthig erscheint, alsbald geschehen wird. Soviel mag aber hier gesagt sein, dass eine überraschend kräftige Nachbewegung, mit einer Verlaufsdauer, welche sich zum Studium der Erscheinung am besten eignet, dann zu erzielen ist, wenn die Scheibe eine volle Raddrehung etwa innerhalb 20 Sekunden vollendet. Bei einer solchen Umdrehungsgeschwindigkeit genügt dem ausgeruhten Auge schon eine Viertelumdrehung um die Erscheinung genügend intensiv hervorzurufen.

§. 5.

Um die unterste Intensitätsgrenze des Reizes für die Erscheinung der Nachbewegung zu bestimmen, resp. ihr nachzukommen, hätte ich für die Radienscheibe einen durch ein Uhrwerk besonders regulierbaren Drehapparat construiren lassen müssen, was ich aber, abgesehen von anderen momentanen Schwierigkeiten, auch darum unterliess, weil ich alle meine Versuche nur unter Bedingungen, die für Jedermann leicht erfüllbar sind, ausführen wollte.

Ich hatte auch die Absicht zu dem hier verfolgten Zweck das *Kymographion* zu benützen, etwa in der von STERN zur Beobachtung der Nachbewegung empfohlenen Adjustirung. Um die Walzen zweier Kymographien wird eine in sich selbst endende breite, vertikal linierte Papierschleife gespannt. Wenn nun das Uhrwerk des einen Apparates in Bewegung gesetzt ist, wird mit Hilfe der Papierschleife auch die Walze des zweiten Apparates mitgedreht, so dass nun das vertikale Liniensystem auf der Schleife sich gleichmässig fortbewegt, und als ein, die Erscheinung der Nachbewegung gut auslösender Reiz auf das Auge wirkt, wenn man eine vor dieser bewegten Fläche feststehende Marke fixirt.

Allein die Erfahrung lehrt, dass die Schwierigkeit der stetigen Fixation eines ruhenden Punktes vor einer bewegten Fläche sich steigert, je langsamer die Bewegung wird, und dass die Selbstcontrole in dieser Hinsicht endlich ganz unmöglich wird. In dem Augenblick aber, wo es unsicher ist, ob das Auge nicht dennoch der Bewegung der Fläche gefolgt ist, kann dem Ausbleiben der

Nachbewegung nicht die Bedeutung zuerkannt werden, welche diese Thatsache bei unseren Untersuchungen haben muss.

Es war also das Beste bei der Drehscheibe zu bleiben, auf welcher die Bewegung um einen absolut ruhenden Punkt, das Centrum, stattfindet, dessen dauernde Fixation durchaus leicht ist; ferner kann bei ihr, wenn die rotirende Figur richtig gewählt ist, kein Verfolgen der Bewegung mit dem Blick in dem Sinne stattfinden, dass dadurch der Reiz, welcher die Netzhaut trifft, auch nur einen Augenblick lang auf derselben Stelle verbleibt.

Für die *Strahlenscheibe* könnte allerdings der Einwurf gelten, dass irgendwie durch Raddrehung des Auges ein solches Verfolgen noch in gewissem Grade möglich sei. Hierin lag ein weiterer Grund vor, diese, wie schon erwähnt, für den hier verfolgten Zweck ohnehin schwierig zu behandelnde Figur, auch als nicht absolut einwandfrei diesesmal ausser Acht zu lassen. Dagegen fällt bei der *rotierenden Spirale* dieser Einwurf fort, weil sie den Eindruck centripetaler oder centrifugaler Bewegung macht. Ausserdem vermag man, wenn eine solche Spirale mit genau gleichweiten Zwischenräumen gezeichnet und sorgfältig centrirt auf den Apparat gesteckt ist, der Bewegung sämmtlicher Contouren die geforderte gleichmässige Winkelgeschwindigkeit sehr leicht zu ertheilen; auch kann man durch eine höchst einfache Anordnung am Drehapparat die Bewegungsgeschwindigkeit aufs Äusserste herabmindern und zugleich aus der Dauer der Umdrehung der Scheibe die Winkelgeschwindigkeit der scheinbaren Bewegung der Spiralcontouren berechnen.

Die von mir benützte Spirale ist so gezeichnet, dass der Abstand der einander entsprechenden Contouren genau 10 Mm. beträgt. Dementsprechend legen die Contouren bei einmaliger Umdrehung der Scheibe einen scheinbaren Weg (vom oder zum Centrum) von 10 Mm. zurück. Der Drehapparat ist nun so eingerichtet, dass, bei einmaliger Umdrehung der Triebaxe, die Axe der Scheibe genau nur den fünften Theil einer Umdrehung erleidet, wobei also die Contouren der Spirale einen Weg von 2 Mm. zurücklegen.

Wenn man nun, unter der Leitung der Schläge eines auf 60 eingestellten Metronoms, den Apparat so dreht, dass die Triebaxe eine Umdrehung in zwei Sekunden macht, dann beschreiben die

Contouren der Spirale innerhalb einer Sekunde den scheinbaren Weg von 1 Mm. Befindet sich das fixirende Auge vom Centrum der Scheibe in einer Entfernung von 50 Cm., so beträgt die Winkelgeschwindigkeit der eben genannten Bewegung 6·8 Minuten.

Das völlig ausgeruhte Auge bedarf des optischen Eindruckes einer solchen Bewegung bei unausgesetzter Fixation des Centrums durch 100—120 Sekunden, um danach die dem PLATEAU'schen Versuch entsprechende Erscheinung sich vollziehen zu sehen.

Wiewohl die Erscheinung auch jetzt noch immer auffallend intensiv war, ist es mir und meinen Versuchsgenossen doch nicht möglich gewesen, mit Bestimmtheit die Erscheinung der Nachbewegung bei noch geringerer Winkelgeschwindigkeit des objektiven Bewegungseindruckes zu erzielen: weil wir nicht im Stande waren, die Fixation des Centrums der Scheibe so lange Zeit unausgesetzt beizubehalten, als der Versuch unter solchen Umständen es wahrscheinlich erfordert.

§. 6.

Nach AUBERT erfordert die Wahrnehmung der Bewegung im direkten Sehen eine Winkelgeschwindigkeit von 1—2 Minuten.[1] Bei unseren Versuchen jedoch handelt es sich um Erscheinungen im indirekten Sehen, bei welchem die Winkelgeschwindigkeit eine wesentlich erhöhte sein muss. Darauf weist, unter Anderem, die in ihrer Einfachheit so sehr überzeugende Beobachtung CZERMAK's hin, dass der Sekundenzeiger einer Taschenuhr im indirekten Sehen sich viel langsamer zu bewegen scheint, als im direkten.[2] Eingehende Untersuchungen in dieser Hinsicht haben ergeben, dass etwa 20° vom Centrum die Ausweichungen, an welche die unmittelbare Wahrnehmung der Bewegung gebunden ist, mindestens 5-mal so gross sein müssen, als im Centrum.[3] Es ist also evident, dass jene Bewegungen, welche nach dem im vorhergehenden Paragraph

[1] Die Bewegungsempfindungen. Pflüger's Archiv XXXIX. B. pag. 353.

[2] L. c. pag. 231.

[3] STERN. Die Wahrnehmungen der Bewegungen vermittelst des Auges. Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorgane. VII. Bd. pag. 327.

beschriebenen Versuch noch eine ziemlich energische Nachbewegung nach sich zieht, zur untersten Grenze der unmittelbaren Bewegungswahrnehmung sehr nahe steht. Hier sei nachträglich bemerkt, dass bei diesem Versuch die scheinbare Ortsveränderung der Spiralcontouren wirklich so langsam geschieht, dass keiner der Beobachter bei unausgesetzter Fixation des Centrums mit Sicherheit anzugeben vermochte (obgleich die Drehungsrichtung der Scheibe leicht zu erkennen ist), ob die Contouren sich dem Centrum nähern, oder sich von ihm entfernen.

Wenn wir dies mit dem vorher Erfahrenen (§. 4.) zusammenfassen, so folgt daraus, *dass jede unmittelbare optische Wahrnehmung der Bewegung die Erscheinung der Nachbewegung nach sich zieht.*

§. 7.

Zu den bisher angeführten Thatsachen ist noch folgende zu rechnen, *dass die Erscheinung der Nachbewegung sich auf jenes Auge beschränkt, welches dem Eindruck der objektiven Bewegung ausgesetzt war.* Wenn man die objektive Bewegung auf der rotirenden Radienscheibe oder Spirale blos mit dem einen Auge beobachtet, während dem das andere Auge geschlossen ist, dann aber sofort jenes schliesst und dieses öffnet, dann bleibt die Erscheinung völlig aus, oder sie ist nur sehr schwach angedeutet, soferne man dieselbe an ruhenden Gegenständen wahrnehmen will. Im Dunkelzimmer hingegen ist es nahezu gleichgiltig, ob man die objektive Bewegung monocular oder binocular beobachtet hat, und ob man nachher ein oder beide Augen schliesst, oder offen hält.

§. 8.

Anknüpfend hieran, schien es äusserst wichtig in Erfahrung zu bringen, wie die Erscheinung sich gestaltet, wenn die beiden Augen der optischen Einwirkung einer gleichmässigen Bewegung in entgegengesetzter Richtung ausgesetzt werden.

Nun war es wiederum die Radienscheibe, welche sich für den betreffenden Versuch ausgezeichnet eignete.

Durch ein Inversionsprisma betrachtet, erscheint nämlich

die Strahlenfigur nicht verändert, nur die Richtung ihrer Drehung wird umgekehrt. Wenn man nun die Drehung der Scheibe mit beiden Augen derartig beobachtet, dass man vor das eine Auge ein solches Inversionsprisma hält, und die Bilder der beiden Augen, bei unausgesetzter Fixation des Centrums, genau übereinander bringt, so kann man die objektive Bewegung so lange man will betrachten: die Erscheinung der Nachbewegung wird ausbleiben. Schliesst man hingegen sofort nach Einwirkung der binoculär entgegengesetzten Bewegung eines der Augen, und blickt mit dem anderen auf ruhende Gegenstände, dann wird man sofort jene Nachbewegung wahrnehmen, welche der diesem Auge entsprechenden objektiven Bewegung der Scheibe entgegengesetzt ist; allerdings nicht mit jener Intensität, wie bei dem ursprünglichen Experiment.

Um den gleichen Versuch mit der Spirale anzustellen, kann man das Inversionsprisma nicht benützen, weil bei dieser, ausser der Rotationsrichtung der Scheibe, auch die Figur umgekehrt wird, und so die scheinbare Bewegung der Contouren, in Beziehung zum Centrum, auf beiden Scheiben die gleiche Richtung hat. Hier muss man also den Versuch anders anordnen. Ich habe auf die beiden Arme eines Doppeldrehapparates mit gemeinsamem Trieb zwei einander gegenläufige, sonst aber in der Zeichnung völlig gleiche (also durchaus symmetrische) Spiralen befestigt. Mit Hilfe einer Prismenbrille und einer Scheidewand in der Medianebene wurde jede Spirale nur von dem Auge der entsprechenden Seite gesehen, und die beiden Bilder bei unausgesetzter Fixation des Centrums der Scheibe genau übereinander gehalten. Das Resultat des auf diese Art angestellten Versuches war dem des vorherbeschriebenen völlig gleich.

§. 9.

Aus sämmtlichen Versuchen geht hervor:

1. *dass die unmittelbare optische Wahrnehmung der Bewegung jeden Grades die Erscheinung der Nachbewegung nach sich zieht* (§§. 4., 5., 6.);

2. *dass die Erscheinung der Nachbewegung auf das Auge*

beschränkt ist, welches den optischen Eindruck der Bewegung empfangen hat (§. 7.);

3. *dass die Nachbewegung auf ein Gebiet im Sehfelde beschränkt ist, dessen Richtung, Form und Ausdehnung nach den gleichen Gesetzen bestimmt sind, wie diejenigen des Nachbildes eines Lichteindruckes* (§§. 2., 3.);

4. *dass nach dem binocularen Eindruck einer entgegengesetzten gleichmässigen Bewegung die Nachbewegung für die binoculare Beobachtung ausbleibt* (§. 8.).

Und hieraus folgt:

dass die Nachbewegung das Nachbild des Bewegungseindruckes ist, welches gleichwerthig ist mit dem Nachbilde des Lichteindruckes, und dass die unmittelbare Wahrnehmung der Bewegung eine ebenso ursprüngliche, weiter nicht analysierbare Sinnesempfindung ist, wie das Sehen von Licht und Farbe.

11.

OMBROMETRISCHE STUDIEN AUF DEM GEBIETE DER UNGARISCHEN KRONE.

Von EDMUND BOGDÁNFI. kön. Ingenieur.

Vorgelegt in der Sitzung der Akad. vom 15. März 1897 vom Ehrenmitgl. *Nic.* v. *Konkoly.*

Aus «Math. és természettud. Értesítő» (Math. und naturwiss. Anzeiger) Band XV. pp. 107—121.

Die Erkentniss der Wasserbewegung der Flüsse ist, ohne das Studium der meteorologischen Verhältnisse beinahe unmöglich. Die Erfahrung weist den Flussingenieur fortwährend darauf hin, die meteorologischen Verhältnisse, besonders aber den Gang der Niederschläge mit Aufmerksamkeit zu verfolgen, und die in dieses Fach schlagenden Daten bei seinen Arbeiten zu benützen.

Das Entstehen und Abfliessen der Hochwässer ist mit dem Gange der Niederschläge in so enger Verbindung, dass wir mit dem Fortschreiten der Wissenschaft von Tag zu Tag bestimmtere Gesetze über den Zusammenhang der Wasserbewegung und dem der Niederschläge aufstellen können. Und durch dieses Gesetz haben die Ingenieure bereits den Grund gelegt, um das Eintreten der Hochwässer, diesen wichtigen Factor für die Sicherheit des Eigenthums und des Lebens vorherzusagen.

Doch auch davon abgesehen, giebt es kaum eine Frage der Wasserregulierung, bei welcher die Meteorologie nicht eine wichtige Rolle spielen würde. Die Regulierung der Flüsse in den Bergen und in der Ebene, das Bauen und die Wasserversorgung von schiffbaren Canälen, das Benützen der Flüsse als lebendige Kraft zu Industriezwecken, die Entwässerung, die Bodendrainage

und die Bewässerung der Wiesen, sind alles solche Aufgaben, welche nur auf Grund von meteorologischen Kenntnissen mit Erfolg gelöst werden können. Unter den erwähnten Wasserbauarbeiten ist ein Theil in engem Zusammenhange mint der Landwirthschaft, doch die Meteorologie steht in einem, noch mehr unmittelbaren Zusammenhange mit derselben. Spielen doch bei der Entwickelung der Pflanzen Regen und Sonnenschein die Hauptrolle, und nach DAUBRÉE's Worten können wir ohne Übertreibung sagen, dass der Zug des Regens die Landwirthschaft beherrsche.

Diese wichtigen landwirthschaftlichen Interessen haben die im Schosse des Ackerbau-Ministeriums organisierte Abtheilung für Landeswasserbau und Bodenverbesserung dazu bewogen, den Gang der Niederschläge in Ungarn zum Gegenstand eingehender Studien zu machen.

Zu diesem Zwecke wurde von jener Abtheilung der vom Jahre 1882—1891 reichende Cyklus derjenigen Daten der Niederschläge aufgearbeitet, welche die Jahrbücher des meteorologischen und erdmagnetischen Landes-Institutes veröffentlicht haben.

Es wurde Gewicht darauf gelegt, dass die Daten alle aus einem Cyklus stammen, da bei den Mittelwerthen nur die homogenen Daten richtig miteinander verglichen werden können. Es ist klar, dass die Beobachtungen verschiedener Zeiten grosse Unterschiede aufweisen, denn die nassen und trockenen Witterungscyklen wechseln miteinander ab und ein Ort kann im Gegensatze zu dem anderen mehr regnerisch oder mehr trocken erscheinen, je nachdem diese Daten aus regnerischer oder trockener Zeit stammen. So schwankt z. B. nach den Berichten von SCHENZL * die jährliche Durchschnittszahl der Niederschläge in Budapest von 1842—1884 zwischen 480 und 788 mm., trotzdem er die Durchschnittszahl von wenigstens 7 Jahren rechnete. Nichstdestoweniger war SCHENZL, in Folge der mangelhaften Daten, gezwungen solche Durchschnittszahlen zu benützen, von welchen die einen

* Dr. SCHENZL: A magyar korona országainak csapadékviszonyai. (Die Niederschlags-Verhältnisse in den Ländern der ungarischen Krone.) Budapest 1885.

aus den Beobachtungen von 42½ Jahren, die anderen aber aus denjenigen von nur einem Jahre herrührten.

Indessen kann man den Gang des Regens in Ungarn auch jetzt noch nicht vollkommen detailliert beurtheilen, da die Zahl der Regenmess-Stationen gering ist. Aus dem Jahre 1891 theilt die Meteorologische Anstalt nur die Daten von 343 Stationen mit, doch auch unter diesen konnte man nur 163 solche herausfinden bei welchen die Daten einer zehnjährigen Beobachtungszeit vollständig waren; oder wo so wenige fehlten, dass wir nach jener Methode, welche FOURNIÉ zuerst anwendete,* laut welcher zwischen den Daten von zwei nahe gelegenen Regenmess-Stationen das Verhältniss beinahe constant ist, ohne Schädigung der erforderlichen Genauigkeit aus ihnen das Durchschnittsmaas bestimmen könnten. Bezüglich dieser 163 Stationen aus dem zehnjährigen Cyklus von 1882—91 bestimmten wir die Durchschnittszahl der Niederschläge in einem ganzen, einem halben, und einem viertel Jahre und einem Monate, ferner haben wir die Durchschnittszahl der regnerischen Tage, nach Jahr und Jahreszeit, in einen Ausweis zusammengefasst und in 24 farbigen Tafeln dargestellt.

Ich will versuchen die gewonnenen Resultate kurz darzulegen und die sich zeigende Gesetzmässigkeit hervorzuheben.

Im Allgemeinen pflegt man zu sagen, dass die Regenkarte einer Gegend oder eines Landes Ähnlichkeit hat mit der orographischen Karte desselben. Jede höherragende Bergspitze bildet einen Mittelpunkt des Regens, jede Ebene und jedes Thal ein Regenminimum. Doch diese Regel giebt uns nur ein annäherndes Bild von der Vertheilung des Regens. Wenn wir die Karte Ungarns, welche den Durchschnitt des jährlichen Regens und dessen Vertheilung darstellt, betrachten, werden wir allsogleich sehen, dass ausser den orographischen Verhältnissen noch viele andere Factoren auf den Gang des Regens Einfluss ausüben müssen.

Das Maximum des Regens ist nicht in der hohen Tátra und das Minimum nicht bei Orsova, an dem tiefsten Punkte des unga-

* BELGRAND-LEMOINE: Étude sur le régime des eaux du bassin de la Seine pendant les crues du mois de septembre 1866. (Annales des Ponts et Chaussées 1868.)

rischen Donauthales oder an den Ufern des Meeres zu finden, trotzdem im Allgemeinen in den Bergen mehr Regen ist, als auf dem flachen Lande.

Der Vertheilung des Regens viel näher kommt die Dausse-Belgrand'sche Regel,* derzufolge nämlich die Menge der Niederschläge an irgend einem Orte mit der Seehöhe in geradem und mit der Entfernung vom Meere in umgekehrtem Verhältnisse steht. Aus dieser Regel ergiebt sich eine andere, welche Vignon aufstellte,** dass nämlich zwischen dem Meere und dem Rande des wassersammelnden Beckens eine Zone ist, wo es am wenigsten regnet.

Diesen Regeln entsprechend sind am Meeresufer und besonders auf den Bergen des Meeresufers, im Karste, die Niederschläge sehr reichlich und in Fuzsine, welches der regenreichste Ort des Landes ist, erreicht der jährliche Durchschnitt 2490 mm. Gegen das Flachland zu verringern sich die Niederschläge, erreichen gegen die Mitte desselben das Minimum von weniger als 500 mm., denn beginnt es sich gegen die Grenzen der grossen Ebene wieder zu heben und in den Karpathen am Rande des Beckens finden wir schon ausgiebige Niederschläge.

Die Erklärung dieser Erscheinungen ist sehr einfach. Die über dem Meere und in der Nähe des Meeres befindlichen Luftschichten sind nahe an der Grenze der Sättigung mit Dämpfen und hier muss die Luft nur wenig abkühlen, damit es regnet. Anderseits sind die Berge geeignet die mit Dämpfen gesättigten Winde aufzuhalten, welcher Umstand den Niederschlägen günstig ist. Fournié und Renou haben durch Beispiele bewiesen, dass die Luftströmungen, ebenso wie die Flüsse, ihre Sedimente dort fallen lassen, wo ihre Geschwindigkeit durch ein Hinderniss geringer wird. Diese Erklärung macht es uns auch verständlich, dass es nicht ganz richtig sei, dass die Regenmenge an irgend einem Orte in geradem Verhältnisse mit der Höhe desselben vom Meeresspiegel steht. Denn die specielle Richtung eines Thales, der Gang

* Dausse: De la pluie et de l'influence des forêts sur les cours d'eau. (Annales des Ponts et Chaussées 1842.) Belgrand: La Seine.

** Vignon: Note sur quelques observations météorologiques faites à Montsauche. (Annales des Ponts et Chaussées 1853.)

der Luftströmungen bringen an manchen Orten eine ganz specielle Niederschlagsvertheilung hervor, welche dem oben erwähnten Gesetze schnurgerade widerspricht. Viel mehr entsprechend ist die von ERNEST CÉZANNE aufgestellte Regel:* «die Höhe des Regens ist um so grösser, je schneller die Luftströmung durch ein Hinderniss gezwungen wird, sich zu erheben». So ist also nicht die Seehöhe die Hauptursache, dies ist nur ein günstiges Ungefähr, in Folge dessen der Regen bringende Wind sich in die ihm aufhaltenden Bergwände verfängt.

Bei uns ist die Richtung der mit Niederschlägen erfüllten Luftströmungen eine südliche und südwestliche, und diejenigen Thäler, welche diesen Winden geöffnet sind, und die Berglehnen, welche ihnen gegenüber liegen, bekommen mehr Niederschläge, als die in anderer Richtung liegenden Thäler oder Berglehnen.

So zum Beispiel ist die Seehöhe von Turbát 806 m., der Durchschnitt der Niederschläge 1353 mm.: während die Höhe des auf der anderen Seite des Berges 850 m. über den Meeresspiegel liegenden Aspinecz durchschnittlich 909 mm. Regen hat. Die Seehöhe von Fajna beträgt 770 m., der Durchschnitt der jährlichen Niederschläge ist 953 mm., während das günstiger gelegene Körösmező nur 652 m. über dem Meeresspiegel liegt und die Menge der Niederschläge 1184 mm. beträgt.

Noch eine ganze Anzahl solcher kleiner Beispiele könnte ich aufzählen, doch um vieles interessanter sind jene Fälle, in denen sich die Erscheinung in grossen Zügen zeigt. Die hohe Tátra mit ihren hochragenden Spitzen wäre dazu berufen, dass sie die meisten Niederschläge auffange. Indessen erheben sich vor ihr in mehreren Reihen die Bergketten gleich Coulissen, welche die regnerischen Winde aufhalten, die Dünste zum Niederschlagen zwingen, so dass bis die Luftströmungen zur hohen Tátra gelangen, sie ihrer Niederschläge grössten Theils schon beraubt sind und dort nur eine Regenmenge von 8—900 mm. Jahres-Durchschnitt ergeben. Hingegen die Berge des oberen Theissbeckens, oder die sich vor der Kette des Moma-Kodru einförmig ausbreitende grosse Ebene, wo die Luftströmungen ohne Hinderniss vorüberziehen können, brin-

* SURELL-CÉZANNE: Étude sur les Torrents des Hautes-Alpes. II. Band.

gen den grössten Theil ihre Dünste bis zu den Bergen, wo dann ergiebige Niederschläge stattfinden. Es unterstüzt dies auch die besonders vortheilhafte Richtung der Bergketten, da diese den südwestlichen Winden beinahe senkrecht gegenüber stehen. Deshalb sehen wir, dass in Szinevér-Polyána, Német-Mokra, Turbát, Dombó die Durchschnittszahl der Regenmenge über 1300 mm. ist, und bei Monyásza um den Plesu-Berg herum sich ein wahrhaftiges Regencentrum bildet, wo die jährliche Regenmenge 1200 mm. übersteigt. — Noch auf eine interessante Erscheinung möchte ich hier die Aufmerksamkeit lenken, welche aus der eigenthümlichen Lage des Hernádthales stammt. Die Richtung des Hernádthales ist eine südliche oder südwestliche und so können die regnerischen Winde darin leicht hinaufgelangen. Jedoch erhebt sich vor ihm südwestlich das Bükk-Gebirge, welches die regnerischen Winde aufhält, weshalb es im Hernádthale bis nach Kaschau weniger als in der Umgebung der Nebenflüsse des Bodrog regnet.

Ebenso widerspricht den auf die Seehöhe sich beziehenden Regeln die Erscheinung, dass es in den einzelnen, tief einschneidenden Thälern mehr regnet, als auf den Hochebenen oder auf den Bergspitzen und -Rücken. Dies zeigen zahlreiche ausländische Beispiele; bei uns ist die Siebenbürger Mezőség, diese ziemlich gleichförmige Hochebene das einzige Beispiel dafür. Die Gemeinde Mócs, welche in der Mitte des Plateaus hoch oben liegt, hat weniger Regen, als die im tiefen Thale liegenden Orte: Kolozsvár (Klausenburg), Torda, Deés u. s. w., wo die jährliche Niederschlagsmenge durchschnittlich um 100 mm. grösser ist. Belgrand erklärt die grössere Regenmenge in den tiefen Thälern dadurch, dass die regenbringenden Winde sich bemühen dahin zu ziehen, wo ihre Geschwindigkeit nicht verlangsamt wird, d. h. in Thalwegen. Ebenso wie der ausgetretene Fluss in seinem Bette schneller fliesst, als auf dem Inundationsgebiete: haben die Winde in den Thälern eine grössere Geschwindigkeit als auf den Hochebenen. So geschieht es dann, dass in derselben Zeit mehr Luft und mit ihr mehr Dünste zwischen je zwei in gleichem Abstande befindlichen verticalen Linien in den Thälern durchziehen als in den Hochebenen.

Diese angeführten Beispiele machen es verständlich, dass

man auf der Niederschlagskarte beim Ziehen der Isohyeten mit der grössten Sorgfalt verfahren müsse. General Sonklar und nach ihm Schenzl legten beide ein grosses Gewicht auf die Voraussetzung, dass es in den Thälern weniger regnet, als auf den Bergrücken und den Hochebenen und dort wo keine Beobachtungstationen waren, brachten sie nur deshalb fictive Daten ein, damit die Niederschlagskarte der orographischen Karte möglichst nahe komme. Sie bemühten sich die Isohyeten möglichst parallel zu ziehen mit den Linien der Höhenschichten, und zeichneten um die höheren Bergrücken und Spitzen stärkere Niederschläge, auch wenn sie keine Beobachtungsdaten dafür hatten. Wir haben auf unseren Karten die Isohyeten so gezogen, dass wir nicht nur auf die Höhenverhältnisse, sondern auch auf die Richtung der regenreichen Luftströmungen, auf die Lage der Thäler und Berglehnen Rücksicht genommen haben.

In der oberen Theissgegend, wo die Beobachtungsstationen im Interesse des Wasserstandmessdienstes der hydrographischen Abtheilung dichter sind, ist die Genauigkeit und Verlässlichkeit der Isohyeten grösser als im Becken der Donau, Drave und Save: und an den Meeresufern sind die Stationen viel seltener und die Genauigkeit der Isohyeten viel kleiner. .

Was nun die Vertheilung der Regen im Lande betrifft, so können wir das folgende wahrnehmen: Auf der kleinen und grossen ungarischen Tiefebene (Alföld) beträgt die jährliche Niederschlagsmenge im Durchschnitte weniger als 600 mm. An einzelnen Orten, wie in der Gegend von Tata und Komorn, sinken die Niederschläge auf etwa weniger als 500 mm. herab. Es giebt sogar eine Station, Pécska, wo der Durchschnitt der jährlichen Niederschlagsmenge nur 341 mm. ist. Trotzdem angenommen werden kann, dass hier die Beobachtungen fehlerhaft ausgeführt wurden, halte ich sie dennoch aus zwei Gründen für erwähnenswerth: 1. weil die Vertheilung der wöchentlichen Niederschläge in Pécska den meisten Stationen des Landes entspricht, d. h. dass es auch hier im Februar am wenigsten, im Juni aber am meisten regnet und es schwer anzunehmen ist, dass die Daten systematisch, auf Grund von Studien gefälscht wären; 2. weil die von Pécska nach Südwesten liegenden Stationen, wie Ó-Besenyő, Ó-Kanizsa, Ada,

in manchem Jahre nur etwas wenig mehr als 300 mm. Niederschläge aufweisen. Und so ist es möglich, dass in dieser Gegend thatsächlich ein minimales Regencentrum ist. Indessen kann es auch vorgekommen sein, dass das Messinstrument oder aber die Messungen einen bleibenden Fehler hatten.

Die Zone der zwischen 600—700 mm. schwankenden Niederschläge umgiebt die ungarische Tiefebene (Alföld) gleich einem Gürtel; sie zieht längst den Flüssen Hernád-Ondova-Tapoly-Laborcz entlang weit nach Norden und schliesset einen grossen Theil des Siebenbürger Beckens ein, in dessen Mitte die Maros entlang und im Csiker Comitate die Gyergyóer, im Ober- und Untercsiker Becken, einer Insel gleich, sich die unter 600 mm. liegenden Zonen einkeilen.

Der grösste Theil des Landes erhält also eine Niederschlagsmenge von weniger als 700 mm. Die beiden ungarischen Tiefebenen (Alföld), die Hochebenen, ein grosser Theil der Vorberge fallen alle innerhalb der 700 mm. Isohyeten. Eine grössere Niederschlagsmenge finden wir nur in der Nähe des Meeres und in den hohen Bergen.

Ein reiches Niederschlagscentrum zeigt sich in der Gegend von Fuzsine, neben dem Meere, wo nicht nur die Nähe des Meeres, und die Höhe der Berge, sondern auch die günstige Lage der Berglehnen darauf einwirken, dass hier starke Niederschläge vorkommen. In der Gegend von Fuzsine beträgt, wie schon erwähnt, die jährliche Niederschlagsmenge 2490 mm., hier regnet es am meisten im ganzen Lande. Diese grosse, zwei und ein halb Meter betragende Niederschlagszone zieht sich auch nach Krain hinüber; im Süden aber gegen Dalmatien verringern sich die Niederschläge.

Von den Bergen des Meeresufers landeinwärts verringert sich der jährliche Regen ebenfalls stufenweise.

Ein zweites solches Niederschlagscentrum finden wir in der Gegend der grossen Fátra, wo der jährliche Durchschnitt der Regenmenge bei Ó-Hegy sich auf 1150 mm. erhebt.

Das dritte Centrum des Regens ist in der Gegend der Quelle des Nagyág-, Talabor- und Taracz-Flusses an der oberen Theiss, wo der jährliche Durchschnitt beinahe 1400 mm. erreicht.

Das vierte Centrum ist an der Hargitta, wo die Ortschaft Fancsal 1060 mm. jährlichen Regen aufweist.

Das fünfte Centrum bildet das Moma-Kodru-Gebirge, wo Monyásza mit 1240 mm. jährlicher Niederschlagsmenge hervorragt, und südlich davon die Krassó-Szörényer Berge überall eine, über 900 mm. betragende Niederschlagsmenge aufweisen.

In Folge des allgemeinen Charakters der territorialen Vertheilung des jährlichen Niederschlages sind vom Standpunkte der Wasserstandsänderungen und des Landbaues vielleicht noch werthvoller jene Angaben, welche die periodische Vertheilung des Niederschlages charakterisieren.

In dieser Beziehung können wir in kurzen Worten sagen, dass so wie im Allgemeinen in ganz Europa, ebenso auch in Ungarn grösstentheils im Sommer das Niederschlags-Maximum stattfindet. Raulin hat in seiner, über die Vertheilung des Regens nach Jahreszeiten in Europa, geschriebenen Abhandlung,* welche er am internationalen meteorologischen Congresse in der Sitzung vom 24. September 1889 vorlegte, als Regel aufgestellt, dass nachdem die Temperatur und die Verdunstung in Europa im Sommer am grössten und im Winter am geringsten ist, auch die Vertheilung des Regens diesen Charakter zeigt: die grösste Niederschlagsmenge somit im Sommer, die geringste im Winter vorkommt. Eine Ausnahme bildet nur die Meeresküste. In der Nähe des Meeres ist die Temperatur weniger kalt im Winter und weniger heiss im Sommer. Im Winter ist die Temperatur des Meeres wärmer, als die des trockenen Landes und dem Verdampfen günstiger; nachdem die Meeresküste kälter ist, schlagen sich die Dünste gleich hier nieder, und mehr landeinwärts auf das feste Land gelangen weniger Niederschläge. Im Sommer ist im Gegentheil die Temperatur des Meeres eine niedrigere, als die des festen Landes und die Niederschlagsbildung kann auf dem erwärmten Küstenlande schwerer zu Stande kommen, deshalb bringen die Dämpfe weiter landeinwärts, wo sich Berge erheben, oder dort, wo infolge

* V. Raulin: Sur les régimes pluviométriques saisonnaux en Europe pendant la période décennale 1871—80. (Annales du bureau central météorologique de France. 1886.)

der grösseren nächtlichen Ausstrahlung die Erde mehr auskühlt, grössere Niederschläge hervor.

Und, nachdem die Niederschläge mit den atmosphärischen Depressionen in Verbindung sind, die Depressionen aber durch das Aufsteigen der warmen Luft hervorgerufen werden: hat man die allgemeine Erfahrung gemacht, dass die Depressionen im Sommer sich beinahe immer am festen Lande, die grossen Luftdrucke aber der Meeresküste entlang festsetzen. Im Winter jedoch kann man im Gegentheil die Depressionen an der Meeresküste, die grossen Luftdrucke am festen Lande wahrnehmen. Léon Teisserenc de Bort, welcher den Gang der Cyklonen so gründlich studirte, hat es vielleicht am allerdeutlichsten bewiesen,* dass diese Erscheinung von ganz allgemeiner Geltung ist, und in mancher Beziehung die Wetterprognose unterstützt.

Mit Bezug auf die Vertheilung der Regen auf die verschiedenen Jahreszeiten, hat Raulin in seinen auf das Decennium 1871—1880 bezüglichen Daten für Europa acht Niederschlagszonen aufgestellt. Den grössten Theil von Ungarn setzt er in die erste Zone, d. h. in die Zone des Sommer-Maximums und des Winter-Minimums.

Die Gegend längs der Drau bis nach Essek theilt er in die II., d. h. in die Zone der vom Winter bis in den Herbst zunehmenden Regen; die Donaugegenden von Orsova bis zur Drau und Bosnien-Herzegovina in die III., d. i. die Zone des Winter- und Sommer-Minimums und des Maximums im Herbste; die Meeresküste in die IV. Zone, nämlich in die Zone des trockenen Sommers und der starken Herbstregen ein.

Indessen entspricht diese Eintheilung nicht vollständig den Schlussfolgerungen aus den Daten des Decenniums 1882—91.

Schon Dr. Julius Hann, Director des Wiener meteorologischen und erdmagnetischen Instituts, hat in seiner, im Jahre 1879 veröffentlichten Abhandlung, die Vertheilung der Niederschläge in Ungarn viel besser beschrieben. Er theilt Ungarn in neun, beziehungsweise, mit dem Zusammenfassen des in zwei Theile getheilten Siebenbürgens, in acht Zonen ein.

---

* Léon Teisserenc de Bort: Sur la prévision du temps. (Annales du bureau central météorologique de France. 1886). Und andere seiner Werke.

Diese Eintheilung, trotzdem sie den Verhältnissen genügend entspricht, bietet uns dennoch nicht die nöthige Übersicht. Manche Zonen der Eintheilung zeigen eine zu grosse Übereinstimmung und ich halte solche subtile Unterschiede, als sie HANN macht, nicht für zweckmässig. In der That weichen die Daten des Decenniums 1882—91 schon in manchem von den HANN'chen Regeln ab.

Die allerallgemeinste Regel über die Vertheilung der Niederschläge hat schon in der Mitte dieses Jahrhunderts GASPARIN aufgestellt. Nach ihm ist Europa in zwei Zonen zu theilen: in die Zone der Sommerregen und in die Zone der Herbstregen. Die erstere befindet sich im innern des Continentes, die letztere der Meeresküste entlang.

Diese Eintheilung passt auch auf Ungarn. Zwischen diesen beiden, scharf unterschiedenen Zonen giebt es natürlich auch Übergangszonen, und nach meiner Meinung können wir aus den Daten des Decenniums 1882—91 die folgende zweckentsprechende Eintheilung machen.

I. Die Zone der maximalen Herbst- und minimalen Sommerregen. — Das Maximum der Niederschläge zeigt sich im Oktober. Oktober, November, December sind sehr regnerisch. Das Minimum ist im Juli, August und Februar; das Juli- und Februar-Minimum is beinahe ganz gleich. Es erstreckt sich auf die ganze Meeresküste. Als typische Form nehmen wir die Station Fuzsine, wo die relative monatliche Regenmenge.* d. h. die monatliche Vertheilung des Regens per mille die folgende Tabelle zeigt:

Die monatliche Vertheilung der Niederschläge in *Fuzsine* per Mille ausgedrückt.

Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	per Jahr
56	42	116	76	60	91	42	45	73	152	137	110	1000

* Den Ausdruck «verhältnissmässige Regenmenge» (pluviosité relative) gebraucht zuerst ALFRED ANGOT. ANGOT: Valeurs normales de la temp., de la press. et de la pluie à Paris.

II. Die Zone des absoluten Maximums im Herbst, des relativen Minimums im Sommer und des minimalen Regens im Winter. — Das Maximum des Regens zeigt sich noch im Herbst im Monate Oktober, das Sommer-Minimum verschwindet aber schon und an seine Stelle tritt das relative Maximum. Das Minimum finden wir im Februar. Diese Zone ist eine Übergangszone und umgiebt die I. Zone; sie erstreckt sich über Kroatien-Slavonien und auf den von der Donau westlich gelegenen Theil des Landes. Für die Vertheilung des relativen Regens bringen wir das folgende typische Beispiel vor:

Die monatliche Vertheilung der Niederschläge in *Lepoglava* per Mille ausgedrückt.

Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	per Jahr
37	28	76	**107**	88	**112**	84	**102**	82	**127**	90	67	1000

III. Zone des absoluten Regen-Maximums im Sommer, des relativen Regen-Maximums im Herbste und des Regen-Minimums im Winter. — Das Maximum des Regens ist schon im Sommer, im Juni; das October-Maximum wird geringer, das Minimum fällt in den Februar. Von der früher erwähnten Zone unterscheidet sich diese nur wenig und bildet einen Übergang aus der II. in die IV. Zone. Sie erstreckt sich, mit Ausnahme des westlichen Theiles über der Donau, der Tátragegend und Siebenbürgens auf ganz Ungarn. Für die relative Regenvertheilung erwähnen wir als typische Beispiele die Stationen Budapest und Békés-Gyula.

Die monatliche Vertheilung der Niederschläge in *Budapest* per Mille ausgedrückt.

Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	per Jahr
60	35	56	**109**	81	**114**	102	93	87	**97**	82	**84**	1000

Die monatliche Vertheilung der Niederschläge in *Békés-Gyula* per Mille ausgedrückt.

Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Desember	per Jahr
48	35	74	88	105	**129**	102	86	74	**109**	69	**81**	1000

IV. Die Zone der maximalen Sommer- und der minimalen Winter-Regen. Das Maximum des Regens fällt im Sommer meistens auf den Monat Juni, seltener auf Juli oder August, das Minimum ist im Winter im Januar und Februar. Das relative Maximum im Herbste verschwindet entweder ganz, oder wird kaum wahrnehmbar. Hierher gehört die Tátra-Gegend, wo das Minimum im Februar, das Maximum im Juli ist und Siebenbürgen, wo das Minimum im Januar, das Maximum im Juni ist. Für die verhältnissmässige Vertheilung der Niederschläge erwähnen wir zwei typische Beispiele: aus der Gegend der Tátra: Liptóujvár; aus Siebenbürgen: Klausenburg (Kolozsvár).

Die monatliche Vertheilung der Niederschläge in *Liptó-Ujvár* per Mille ausgedrückt.

Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Desember	per Jahr
42	32	51	51	109	127	**157**	116	95	92	66	62	1000

Die monatliche Vertheilung der Niederschläge in *Klausenburg* (Kolozsvár) per Mille ausgedrückt.

Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Desember	per Jahr
26	33	45	70	135	**170**	160	102	85	71	56	47	1000

Von den aufgezählten vier Zonen bildet die II. und III. nur einen Übergang von der I. in die IV., welche man als Hauptzonen be-

trachten kann. Übrigens ist die Vertheilung der II. und III. Zone auch nicht sehr regelmässig; und an vielen Orten kommt es vor, dass in der II. Zone stellenweise die III. und umgekehrt in der III. Zone stellenweise die II. Zone auftritt. So zum Beispiel gehört Agram, welches in der Mitte der II. Zone liegt, zur III. Zone; umgekehrt gehören Gyekés, Beszterczebánya (Neusohl), Óhegy, Hatvan, Kúnszentmárton, Püspök-Ladány, Szeged und Szentes, welche im Innern der III. Zone liegen, der II. Zone an. Wenigstens zeigen dies die Daten, welche sich auf das Decennium 1882—91 erstrecken.

Zum Schlusse muss ich noch die V. Zone erwähnen, welche in sehr engen Grenzen, in der Gegend von Orsova und Herkulesbad zu finden ist. Hier ist das Maximum der Niederschläge in der Mitte des Frühjahres, im April, das Minimum im Winter, im Februar; ausserdem finden wir noch ein relatives Maximum im Oktober. Die typische Form hievon zeigt uns die verhältnissmässige Regenvertheilung von Orsova:

Monatliche Vertheilung der Niederschläge in *Orsova* per Mille.

Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	per Jahr
60	53	71	**112**	108	110	75	60	80	**104**	90	70	1000

Es ist möglich, dass diese Erscheinung nur ausnahmweise in den Jahren 1882—91 vorgekommen ist, und eben deshalb können wir kein besonderes Gewicht darauf legen.

Ausser diesen durchschnittlichen Werthen der Vertheilung der Niederschläge sind für den Ackerbau und den Wasserbau vielleicht diejenigen Daten von noch grösserer Bedeutung, welche sich auf die grösste tägliche Niederschlags- und Regenmenge beziehen.

Jedoch das Studium der in der kürzesten Zeit niederfallenden grössten Niederschlagsmenge liegt ausser dem Rahmen dieser Abhandlung, und ich bemerke hier nur, in Bezug auf den grössten Tagesregen, dass während des zehnjährigen Cyklus der Regen nirgends die 180 mm. erreicht hat, und dass eine Niederschlags-

menge von mehr als 80 mm. schon eine grosse Ausnahms-Erscheinung ist. Die grössten Regen sind im Allgemeinen am häufigsten und intensivsten in dem südwestlichen Theile des Landes; an der Meeresküste zeigen sich mitunter wahrhaft tropische Regen.

Bezüglich der Häufigkeit des Regens, haben wir in dieser Hinsicht aus den Daten der Jahre 1882—91 eine Anzahl von Regentagen ausgerechnet und ihre jährliche und vierteljährige Durchschnittszahl in Karten dargestellt. Aber diese Darstellungen geben uns lange nicht so ein genaues Bild, als die Regenkarten, da die Beobachtungen des Nebels, des Thaues und Frostes, die bestimmte Unterscheidung der Tage als Regentage trüben. Ebendeshalb kann man aus ihnen nur bedingungsweise Schlüsse ziehen.

Aus den Karten des Jahresdurchschnittes können wir als Hauptregel ersehen, dass in den Ebenen und den Hochebenen die Zahl der Regentage geringer ist, als in den Bergen. Auf der grossen ungarischen Ebene und auf der siebenbürgischen Hochebene ist die Zahl der Regentage am geringsten; hier, sowie dort giebt es jährlich an weniger als 100 Tagen Niederschläge. Das absolute Minimum sinkt in Maros-Vásárhely auf 57 Tage herab; aber ausserdem giebt es auch über der Donau und in dem südlichen Winkel des Landgebietes zwischen der Maros und Theiss ein Minimum von weniger als 75 Tagen. Die hervorragendsten Maxima setzen sich in den Bergen fest. Der Regen ist am häufigsten in den Biharer Bergen und in der Gegend des Moma-Kodru, wo das Verhältniss der Regen- und nicht Regentage auf 1 : 1 zu setzen ist; ebenso finden wir auch in der oberen Theissgegend Stellen, wo sich die Zahl der Regentage auf 175 erhebt. In der Gegend der Nagy-Fátra (hohe Fátra) und Magura giebt es jährlich mehr als 150 Regentage; an der Meeresküste und in dem südwestlichen Theile von Kroatien regnet es durchschnittlich an 125 Tagen.

Was die Vertheilung der Regentage nach Jahreszeiten anbelangt, ist zu bemerken, dass es in dieser Hinsicht keine grossen Unterschiede giebt. Im Allgemeinen ist die Zahl der Tage mit Niederschlägen im Winter am geringsten und im Sommer am höchsten: im Frühjahr ist der Regen häufiger als im Herbste. Besonders im östlichen Theile des Landes, in Siebenbürgen, wo sich das continentale Klima am deutlichsten zeigt, finden wir diese

Regel bestätigt. An sehr vielen Orten fällt indessen das Maximum der Tage mit Niederschlägen auf das Frühjahr und in dieser Beziehung kann man kaum irgend eine Regelmässigkeit wahrnehmen.

An der Meeresküste ist das Maximum im Herbste.

Die Erscheinung, dass der Regen im Allgemeinen im Sommer häufiger ist, als in den anderen Jahreszeiten, ist um so auffallender, als wir an die Sommerdürre gewöhnt sind. Diese Erscheinung lässt sich daraus erklären, dass die Dürre in der Ebene und in den Hochebenen durch die grosse und schnelle Verdampfung verursacht wird, denn die Menge des Regens ist dennoch im Sommer die grösste. Die sommerliche Verdampfung wird nicht nur durch die höhere Temperatur, sondern auch durch die Beschaffenheit des Bodens und der Vegetation vielfach unterstützt.

Der grösste Theil des Landes besteht nämlich, wie mir dies meine hydrologischen Studien zeigten, aus einem solchen Boden, welcher das Wasser nicht durchlässt. Das Wasser kann auf dem grössten Theile des Landes nicht recht in die tieferen, den Sonnenstrahlen weniger ausgesetzten Schichten eindringen; sondern fliesst entweder über die Oberfläche herab, oder wird nur von der Oberfläche eingesogen. Dieses oberflächliche Herabrieseln und hauptsächlich das oberflächliche Einsaugen verursacht die in so grossem Maasse stattfindende Verdampfung; die heissen Sonnenstrahlen in Verbindung mit der Capillarität des Bodens, trocknen die oberen Bodenschichten schnell aus, und der nächst folgende Regen findet die obersten Schichten wieder ausgetrocknet, von Feuchtigkeit entblösst, zur Wasseraufnahme geeignet. Ausserdem nährt die Vegetation in grossem Maasse das Verdampfen, da die Blätter die verdampfende Oberfläche in ausserordentlicher Weise vergrössern.

Indessen sind unsere auf das Verdampfen bezügliche Daten gering; unsere Beobachtungen, und im Allgemeinen das Messen des Verdampfens gehört zu den schwersten Aufgaben. So können wir unsere Schlüsse nur auf mittelbarem Wege ziehen.

In Ungarn müssten wir somit zu dem Gesetze, welche Raulin für Mittel-Europa aufgestellt hat, das dort im Sommer das Maximum der Hitze, des Regens und des Verdampfens stattfindet, noch

die Ergänzungsregel hinzufügen, dass bei uns im Allgemeinen die Häufigkeit des Regens und die Maximalzahl der Regentage im Sommer stattfindet.

*

Ich habe hier in kurzem Auszuge die Daten der Niederschläge des 10-jährigen Cyklus von 1882—91 vorgelegt und habe aus den Durchschnitten die auffallenderen Schlüsse gezogen. Mit der Bildung der Durchschnitte habe ich nichts anderes gethan, als die sich immer wiederholenden Erscheinungen zusammengefasst, und dann diese Erscheinungen als Regeln aufgestellt. Das Verfahren ist folglich ebendasselbe, welches man bei Erfahrungsuntersuchungen im Allgemeinen zu befolgen pflegt.

Indessen habe ich mich im Laufe meiner Erklärungen auf die Unvollständigkeit der Daten und die mangelhaften Beobachtungen berufen. So bleibt auch der Werth meiner Folgerungen bis zu einem gewissen Grade relativ. Die Zahl der heimatlichen Niederschlags-Messstationen ist noch sehr gering, und der Meteorologischen Anstalt wird jedenfalls nicht diejenige Unterstützung zu Theil, welche sie, vermöge ihrer Bedeutung verdienen würde. In Frankreich * gab es im Jahre 1891 2000, in England, dessen Flächenraum bedeutend kleiner ist, als der des ersteren, gab es wenigstens 3000 Beobachtungsstationen. Und Daubrée, der Präsident des Syndicates des französischen Meteorologischen Institutes bemerkt, dass die Zahl der Stationen in Frankreich zu gering sei. In dem gebildeten Westen und hauptsächlich in den nordamerikanischen Vereinigten Staaten, wo die meteorologischen Beobachtungen und Bezeichnungen von einem militärisch-organisirten Corps ausgeführt werden, verwendet man bedeutende Summen ** auf den Dienst der Meteorologie. In Vergleich zu diesen ist das Budget unseres Meteorologischen Institutes wirklich ärmlich zu nennen.

* Daubrée: Rapport, Lu le 8 juin 1892 à la séance général du Conseil du Bureau central météorologique de France.

** In den Vereinigten Staaten wird jährlich nahezu eine Million Gulden zu Zwecken des Signal Service ausgegeben.

Die Zahl der meteorologischen Stationen zeigt nur in neuerer Zeit eine geringe Zunahme: seitdem die hydrographische Abtheilung des Landes-Wasserbau- und Bodenmeliorations-Amtes, zur Vorausbestimmung des Hochwassers und zur Erforschung der Wasserbewegung der Flüsse, in Verbindung mit dem Meteorologischen Institute, zuerst an der Theiss und ihren Nebenflüssen, später auf dem Wassergebiete der Donau zahlreiche neue Stationen eingerichtet hat.

So hat das praktische, agriculturelle Interesse diese Institution in neuerer Zeit entwickelt. Und so bin ich überzeugt, dass in je engerem Zusammenhange wir das Meteorologische Institut mit den praktischen Zwecken bringen, um so mehr werden wir dieses entwickeln und den rein wissenschaftlichen Zwecken näher treten können.

12.

SELENO-ARSENATE.

Von KARL MESSINGER.

Vorgelegt der Akad. in der Sitzung vom 15. März 1897 durch das c. M.

Ludwig v. Ilosvay.

Aus «Mathematikai és Természettudományi Értesitő» («Mathematischer und Naturwissenschaftlicher Anzeiger») Band XV. pp. 96—104.

Mit der Darstellung von selenhältigen Arsenaten hatten sich bisher SZARVASY, CLEVER und MUTHMANN, und WEINLAND und RUMPF befasst. SZARVASY * stellte das Natriummonoselenoarsenat

$$(Na_3AsO_3Se + 12H_2O)$$

und das Natriumselenoarsenat $(Na_3AsSe_4 + 9H_2O)$ dar, indem er Arsenpentaselenid in Natriumhydroxyd löste; auch WEINLAND und RUMPF ** stellten das Natriummonoselenoarsenat dar, jedoch abweichend von SZARVASY, in der Weise, dass sie in Natriumarsenit Selen auflösten; CLEVER und MUTHMANN *** stellten hauptsächlich Doppelsalze dar, so das Kaliumoxyselenoarsenat $(K_6As_2Se_5O_3 + 10H_2O)$, das Natriumoxyselenoarsenat $(3Na_2Se, 3Na_2O, 2As_2O_5 + 50H_2O)$ und das Kalium- und Natriumsulfoselenoarsenat $(3K_2S, As_2Se_5 + 12H_2O$, resp. $3Na_2S, As_2Se_5 + 18H_2O)$. Diese Verbindungen kommen dann zu Stande, wenn wir Arsenpentaselenid in Alkalihydroxyd oder sulfhydrat lösen.

* Akad. Ért. (Anzeiger d. ung. Akademie) XIII. p. 418 und Ber. d. d. chem. Ges. 28. p. 2654.

** Ber. d. d. chem. Ges. 29. p. 1008.

*** Ztschrft. f. anorg. Chemie X. 1895. p. 117.

Der Zweck der vorliegenden Arbeit war einerseits das Studium der bei Lösung des durch SZARVASY * dargestellten Arsentriselendisulfides und — diselentrisulfides in Natriumhydroxyd und Sulfhydrat vor sich gehenden Reactionen, andererseits das Darstellen einiger solcher selenhältiger Sulfarsenate, welche zwischen dem Natriumsulfo- und Selenoarsenat einen Uebergang bilden.

Die zur Darstellung der Verbindungen verwendeten ursprünglichen Substanzen — wie das Arsenpentaselenid, Triselenid, Diselentrisulfid, Triselendisulfid, Selen, Realgar etc. — reinigte ich mittels Destillation in luftlerem Raume. Die Producte der Reactionen muss man, nachdem sie von einander geschieden und getrocknet sind, sogleich analysieren, weil sich der grösste Theil derselben rasch zersetzt; am zweckmässigsten ist das folgende Verfahren:

Wir trocknen die Krystalle im Hydrogenstrom bei 100° C., der Gewichtsverlust der Krystalle und die Gewichtszunahme des an das Trockenrohr angeschliffene Chlorcalciumrohres giebt das Gewicht des Krystallwassers des Salzes. Das getrocknete Salz oxydieren wir vorsichtig mit rauchender Salpetersäure und sondern den Schwefel als Bariumsulfat ab; das überflüssige Bariumchlorid scheiden wir mittels Schwefelsäure als Niederschlag aus, leiten hierauf sechs Stunden hindurch Schwefeldioxyd durch die Flüssigkeit und filtrieren das sich ausscheidende Selen in einen GOOCH'schen Tiegel; aus der vom Selen abfiltrierten Lösung bestimmen wir das Arsen nach der Methode SZARVASY's,** das Natrium aber als Natriumsulfat.

I. $Na_3AsO_2SSe + 10H_2O$.

In einer dickwandigen, mit zweimal durchbohrten Pfropfe versehenen Eprouvette von 3 cm. Durchmesser und 20 cm. Höhe kochte ich 50 cm.³ 25%-iges Natriumhydroxyd, gab nach dessen Abkühlung 5 Gr. reines Arsentriselendisulfid hinzu und erwärmte es im Hydrogenstrom auf 40—50° C. Das Geschmolzene löste

* Am angeführten Ort.

** Ber. d. d. chem. Ges. 29. p. 2900.

sich in zwei Stunden gänzlich auf, dann schüttete ich zur dunkelbraunen Lösung so lange über gebranntem Kalk destillierten Methylalkohol, bis sich der in Folge der Einwirkung des Alkohols ausscheidende Niederschlag auflöste. Nach 24 Stunden langem Stehenlassen schied sich aus der Lösung eine weisse, verfilzte, aus Nadeln bestehende krystallinische Masse aus, welche stellenweise kleine, rothe, kugelförmige Krystalle einschloss. Die Mutterlauge schüttete ich von der krystallinischen Masse ab und nachdem ich sie von neuem mit Methylalkohol mischte, liess ich es weiter krystallisieren und spülte die Krystalle mit dünnem Methylalkohol und methylalkoholigem Wasser ab. Die weissen Krystalle trocknete und analysierte ich zuerst auf einer Thonplatte, dann zwischen Filtrierpapier. Aus den Analysierungsdaten ergiebt sich die Formel $Na_3AsO_2SSe+10H_2O$; ein Salz von ähnlicher Zusammensetzung ist das $Na_3AsS_2O_2+10H_2O$.*

Die Krystalle werden an der Luft bald trübe und erhalten vom ausscheidenden Selen eine rothe Farbe; im Wasser lösen sie sich leicht, die Wasserlösung zersetzt sich rasch, durch dünne Säure scheidet sich Selen aus und es bleibt arsenige Säure in der Lösung. Aus dem im Hydrogenstrome getrockneten Salze entfernt sich bei starker Erhitzung (in einer Hydrogen-Atmosphäre) der grösste Theil des Selens und es bleibt eine in Wasser lösbare, gelbe Masse zurück, aus welchem verdünnte Säure beinahe reinen Schwefel ausscheidet. (Die vom Schwefel abfiltrierte Flüssigkeit giebt die Reaction der arsenigen Säure.) Aus diesem Verhalten des Salzes kann man auf die lockere Verbindung des Selens schliessen, und daraus ist die Structur des Salzes wahrscheinlich die folgende: $As\begin{cases}=Se\\-SNa\\-ONa\\-ONa\end{cases}$

Die vom Salze abgegossene Mutterlauge krystallisierte nicht, sie enthielt hauptsächlich Natriumselenid; hienach vollzog sich die Reaction zwischen dem Arsentriselendisulfid und dem Natriumhydroxyd folgendermaassen:

$$As_2S_2Se_3+8NaOH=2Na_3AsO_2SSe+Na_2Se+4H_2O.$$

* Preis. Annal. d. Ch. 257. p. 178.

II. $Na_6As_2S_3SeO_4+20H_2O$.

Dieses Salz entwickelt sich aus Arsendiselentrisulfid und Natriumhydroxyd auf dieselbe Weise, wie das vorige. An der Luft ist es ziemlich constant, doch die Wasserlösung zersetzt sich; mit Bariumchlorid scheidet sich ein weisser flaumiger Niederschlag aus, der in siedendem Wasser nicht sehr lösbar ist und sich so verhaltet, wie das Natriumsalz. Aus der Wasserlösung des Salzes scheidet sich nach Wirkung von verdünnter Säure eine Mischung von Schwefel und Selen aus, doch bleibt auch in der Lösung Schwefel zurück, welchen man bloss durch anhaltendes Kochen ausscheiden kann (in diesem Falle bleibt in der Lösung arsenige Säure zurück); es scheint also, dass durch Wirkung der verdünnten Säure das dem ursprünglichen Salze entsprechende Säurehydrat sich zersetzt und eine beständigere sulfoxyarsenige Säure entsteht, welche bloss beim Sieden in Schwefel und arsenige Säure zerfällt.

In der von den Krystallen abgegossenen, dunkelrothen Lösung befand sich Natriumselenid; die Reaction erklärt die folgende Gleichung:

$$As_2S_3Se_2+8NaOH=Na_6As_2S_3SeO_4+Na_2Se+4H_2O.$$

Bei einer Gelegenheit, als ich die vom Salze abgegossene Mutterlauge in luftleerem Raume concentrierte und mit Methylalkohol mischte, schieden sich aus der auf 8° C. abgekühlten, dunkelrothen Lösung dünne, nadelförmige, weisse Krystalle aus, deren Zusammensetzung auf Grund der Daten der Analyse die folgende ist:

III. $Na_6As_2S_3Se_2O_3+20H_2O$.

Leider gelang es mir das Salz bloss in so kleiner Menge (0·3 Gr.) darzustellen, dass es kaum zur Analyse genügend war, weshalb ich auch die chemischen Eigenschaften desselben nicht untersuchen konnte.

Der während des Lösens vor sich gehende chemische Process ist von dem vorigen verschieden und kann durch die folgende Gleichung ausgedrückt werden:

$$2As_2S_3Se_2+14NaOH=$$
$$=Na_6As_2S_3SeO_4+Na_6As_2S_3Se_2O_3+Na_2Se+7H_2O.$$

IV. $Na_6As_2S_7Se+16H_2O.$

5 Gr. Arsendiselentrisulfid löste ich in 30 cm.³ frisch dargestelltem 25%-igem Natriumsulfhydrat: die Lösung fängt unter Entwicklung von Schwefelhydrogen von selbst an, muss jedoch später durch Erwärmung unterstützt werden. Kühlen wir die gelbe Lösung auf $-5°$ C. ab, so scheidet sich die Verbindung in goldgelben, säulenartigen Krystallen aus.

Diese Krystalle sind an der Luft genügend beständig, in Wasser lösen sie sich leicht, doch zersetzt sich die Lösung rasch. Mit verdünnter Säure scheidet sich erst das gesammte Selen, dann das Gemenge von Schwefel und Arsentrisulfid aus und entfernt sich Schwefelhydrogen.

Die von den Krystallen abgegossene Lösung enthielt nur Natriumselenid, der Verlauf der Reaction ist also:

$$As_2S_3Se_2+8NaSH=Na_6As_2S_7Se+Na_2Se+4H_2S.$$

Wenn wir während der Lösung die Flüssigkeit stark erhitzen, so entwickelt sich auch Natriumsulfarsenat, welches weniger löslich, als dieses Salz ist und darum beim Abkühlen sich eher ausscheidet. Das Sulfarsenat entsteht dadurch, dass das überflüssige Natriumsulfhydrat im $Na_6As_2S_7Se$ das Selen durch Schwefel ersetzt:

$$Na_6As_2S_7Se+2NaSH=2Na_3AsS_4+Na_2Se+H_2S$$

V. $Na_3AsS_3Se+8H_2O.$

Diese Verbindung entsteht bei Lösung von Arsentriselendisulfid in Natriumsulfhydrat: die bei dem Lösen vor sich gegangene Reaction drückt die Gleichung

$$As_2S_2Se_3+8NaSH=2Na_3AsS_3Se+Na_2Se+4H_2S$$

aus. Das Lösen muss möglicherweise bei niederer Temperatur bewerkstelligt werden, da, wenn wir die Lösung erwärmen, sich Sulfarsenat und $Na_6As_2S_7Se$ entwickelt, im Sinne der Gleichun-

gen: $2Na_3AsS_3Se + 2NaSH = Na_6As_2S_7Se + Na_2Se + H_2S$ und $Na_3AsS_3Se + 2Na_3SH = Na_3AsS_4 + Na_2Se + H_2S$.

Dieses Salz zieht an der Luft Nässe an sich und zersetzt sich; aus seiner Wasserlösung scheidet sich mit verdünnter Säure in der Form eines rothbraunen Niederschlages Arsendiselentrisulfid aus und entfernt sich Schwefelhydrogen; in seinen übrigen Reactionen stimmt es mit der vorigen Verbindung überein.

Aus dem getrockneten Salze kann im Hydrogenstrom bei hoher Temperatur (400—500° C.) der grösste Theil des Selens vertrieben werden; der zurückbleibende Körper ist Sulfarsenit, da er in Wasser gänzlich lösbar ist und mit Säure unter Entwicklung von Schwefelhydrogen sich Arsentrisulfid abscheidet. Auf Grund dieser Reactionen ist die Structur des Salzes ähnlich jener des Natriummonoselenoarsenates: $AsS^{=Se}_{-SNa\ -SNa\ -SNa}$

VI. $Na_3AsS_2Se_2 + 9H_2O$.

Ich löste Arsentriselenid, Schwefel und Selen nach dem Verhältniss $As_2Se_3 : Se : S$ in frisch dargestelltem Natriumsulfhydrat; das Selen löst sich viel langsamer, als der Schwefel, darum ist es angezeigt die Bestandtheile der Mischung im vorhinein zusammen zu schmelzen; in der geschmolzenen Menge ist das Selen sehr fein vertheilt und löst sich in gleicher Zeit mit dem Schwefel und dem Arsentriselenid.* Aus der Lösung scheidet sich beim Abkühlen das $Na_3AsS_2Se_2 + 9H_2O$ in röthlich-gelben Krystallen aus. Das Entstehen der Verbindung erklärt die Gleichung

$$As_2Se_3 + Se + S + 6NaSH = 2Na_3AsS_2Se_2 + 3H_2S.$$

Während des Lösens darf man die Flüssigkeit nicht wärmen, da in diesem Falle das entstandene Salz durch das Sieden mit dem Natriumsulfhydrat eine wechselseitige Zersetzung erleidet:

$$Na_3AsS_2Se_2 + 2NaSH = Na_3AsS_3Se + Na_2Se + H_2S.$$

* Die beim Zusammenschmelzen entstehende, muschelig brechende, schwarze Masse ist keine Verbindung, da, wenn es im Vacuum erhitzt wird, sich seine Zusammensetzung ändert.

Das Natriumdiselenosulfarsenat zersetzt sich an der Luft langsam, seine Wasserlösung entwickelt mit verdünnter Säure Selenhydrogen und Schwefelhydrogen und aus der Lösung scheidet sich Schwefel, Arsentrisulfid und -triselenid ab.

Aus dem getrockneten Salze entfernt sich bei starker Erhitzung 14% Selen, welches nahezu die Hälfte des im Salze befindlichen gesammten Selens (29·92%) ist; der zurückgebliebene Theil löst sich im Wasser, mit Säure scheidet sich ein arsenschwefel-selenhältiger, rother Niederschlag aus. Wenn wir nun bedenken, dass ein Atom des Selens in der Verbindung nur locker gebunden ist, so erscheint für die wahrscheinlichste Gleichung der Structur des Salzes: $As\begin{matrix}=Se\\-SeNa\\=SNa\\-SNa\end{matrix}$

VII. $Na_3AsSe_3S+9H_2O$.

Wenn wir in einer Natriumthyoselenid-Lösung Natriumsulfid und Arsentriselenid im Verhältniss $2Na_2SSe_2 : 2Na_2S : As_2Se_3$ lösen, so entsteht Natriummonoselenosulfarsenat und Monosulfoselenoarsenat. Das Lösen geht im Sinne der folgenden Gleichung vor sich:

$$As_2Se_3+Na_2Se_2S+3Na_2S=Na_3AsS_3Se+Na_3AsSe_3S+Na_2Se.$$

Durch schwaches Abkühlen kann man das Natriummonoselenosulfarsenat absondern; wenn wir in der abgegossenen Lösung neuerdings Arsentriselenid lösen, entsteht reines Natriummonosulfoselenoarsenat:

$$As_2Se_3+Na_2Se_2S+Na_2S+Na_2Se=2Na_3AsSe_3S.$$

Die bei starkem Abkühlen sich ausscheidenden gelblichrothen Krystalle zerfallen rasch an der Luft und entwickeln Selenhydrogen. Aus ihrer gelb gefärbten Wasserlösung entwickelt sich auf Wirkung einer Säure Selenhydrogen und Schwefelhydrogen und scheidet sich ein brauner, arsen- und selenhältiger Niederschlag aus.

VIII. $Na_9As_3S_2Se_2O_8+36H_2O$.

In Natriumhydroxyd löste ich Schwefel, Selen und Arsenigesäure im Verhältnisse $2S : 2Se : As_2O_3$; aus der dunkelrothen Lösung krystallisiert reines, weisses Salz in dicken Säulen, aus deren Analyse sich die obige Formel ergab. Diese Verbindung ist an der Luft beständig, auch ihre Wasserlösung zersetzt sich nur langsam; mit verdünnter Säure scheidet sich Selen und Arsen aus, die vom Niederschlag abfiltrierte Lösung zersetzt sich beim Erhitzen in Schwefel und arsenige Säure, enthält somit wahrscheinlich eine sulfoxyarsenige Säure.

Aus der vom Salze abgegossenen Mutterlauge scheiden sich weisse Krystalle aus, deren Erfahrungsformel die folgende ist:

IX. $Na_6As_2S_2SeO_5+24H_2O$.

Diese Verbindung ist leichter lösbar, als die vorige, stimmt aber in den übrigen Eigenschaften mit ihr überein.

X. $Na_6As_2S_5Se_3+16H_2O$.

Wenn wir reine Natriumdiselenosulfarsenat-Lösung im Verhältnisse $Na_3AsS_2Se_2 : NaSH$ mit Natriumsulfhydrat vermengen und die Lösung eine geraume Zeit lang kochen, scheidet sich beim Abkühlen eine Verbindung von der Zusammensetzung $Na_6As_2S_5Se_3+16H_2O$ in goldgelben Säulen aus, welche in seinen Eigenschaften mit dem Natriumdiselenosulfarsenat übereinstimmt. In der von den Krystallen abgegossenen Lösung war nur Natriumselenid enthalten, also ist die vor sich gegangene Reaction:

$$2Na_3AsS_2Se_2+2NaSH=Na_6As_2S_5Se_3+Na_2Se+H_2S.$$

Aus dieser Gleichung ist ersichtlich, dass in den Selenosulfarsenaten zum Ersetzen eines Selenatomes durch Schwefel (oder Oxygen) zwei Molekule Natriumsulfhydrat (oder Natriumhydroxyd) nothwendig sind.

*

Die oben beschriebenen Arsenate fassen wir wegen der leichteren Vergleichung ihrer gemeinsamen Eigenschaften, ihres Krystallwassergehaltes und ihrer Lösbarkeitsverhältnisse mit einigen durch * bezeichneten) Arsenaten in Gruppen.

I.
1. $Na_3AsO_4 + 12H_2O^*$
2. $Na_3AsO_3Se + 12H_2O^*$
3. $Na_9As_3O_8S_2Se_2 + 36H_2O$
4. $Na_6As_2S_2SeO_5 + 24H_2O$

II.
5. $Na_3AsO_2SSe + 10H_2O$
6. $Na_6As_2O_4S_2Se + 20H_2O$
7. $Na_6As_2O_3S_3Se_2 + 20H_2O$

III.
8. $Na_3AsS_4 + 8H_2O^*$
9. $Na_6As_2S_7Se + 16H_2O$
10. $Na_3AsS_3Se + 8H_2O$
11. $Na_6As_2S_5Se_3 + 16H_2O$

IV.
12. $Na_3AsS_2Se_2 + 9H_2O$
13. $Na_3AsSSe_3 + 9H_2O$
14. $Na_3AsSe_4 + 9H_2O^*$

Beim Betrachten dieser Gruppen ist vor allem jene Gesetzmässigkeit auffällig, welche zwischen der Zusammensetzung der Salze und den Zahlen der Krystallwassermolekule besteht. Wenn in den normalen Arsenaten, respect. Sulfarsenaten nur ein Oxygenatom oder Schwefelatom durch Selen ersetzt ist, ändert sich die Zahl der Krystallwassermolekule nicht. Dieselbe Gesetzmässigkeit besteht auch dann, wenn im Selenoarsenate ein Selenatom durch Schwefel ersetzt ist. Wenn jedoch im Normalarsenate zwei Oxygen-Atome, oder im Sulfarsenate zwei Schwefel-Atome durch Selen (resp. im Arsenat durch Selen und Schwefel) ersetzt sind, so ändert sich die Zahl der Krystallwasser-Molekule. In diesem Falle wird die Zahl der Krystallwasser-Molekule die ganze Zahl, welche dem arithmetischen Mittelwerthe der Zahlen der Krystallwasser-Molekule der normalen Arsenate und Sulfarsenate — resp. Sulfarsenate und Selenoarsenate — am meisten nahe ist. (Das Normal-Arsenat z. B. krystallisiert mit 12 Molekulen Wasser, das Sulfarsenat mit 8 Molekulen Wasser, also scheidet das $Na_3AsO_2S_2$ mit $\frac{12+8}{2} = 10$ Molekulen Wasser aus der Lösung.)

Die in den Verhältnissen der Lösbarkeit existierende Gesetzmässigkeit konnte ich hauptsächlich bei den Gliedern der III. und IV. Gruppe beobachten, da diese oft paarweise aus der Lösung ausschieden; der zwischen den Lösbarkeitsverhältnissen dieser Salze feststehende Zusammenhang ist der folgende: das durch

Selen ersetzte Sulfarsenat ist desto leichter löslich, je mehr Selen es enthält.

Bei den oxygenhältigen Salzen hatte ich nur einmal die Gelegenheit die Lösbarkeit zweier Salze zu beobachten, als aus der natriumhydroxydhältigen Lösung von Arsendiselentrisulfid erst $Na_6As_2S_3SeO_4$, dann aus der Mutterlauge $Na_6As_2S_3Se_2O_3$ ausschied; da die Zahl der Schwefelatome in beiden Salzen gleich ist, so ändert nur das Selen seine Lösbarkeit, und zwar gerade so, wie bei dem Sulfarsenate, nämlich: je mehr das substituierte Selen ausmacht, desto leichter lösbar ist das Salz.

Wie wir aus älteren Untersuchungen wissen, zeigen die Lösbarkeitsverhältnisse der Sulfoxyarsenate eine ähnliche Gesetzmässigkeit; sie sind auch desto leichter lösbar, je mehr Schwefel sie enthalten. Zwischen den Sulfoxyarsenaten und den Selenosulfarsenaten bildet das Sulfarsenat einen Übergang, insofern es schwerer als diese und leichter als jene lösbar ist. Wenn wir die Lösbarkeitsverhältnisse dieser Verbindungen mit dem Molekulgewichte des in ihnen enthaltenen Säurerestes vergleichen, so sehen wir, dass im Arsenate, dem am wenigsten lösbarem Salze, der Säurerest vom kleinsten im Selenoarsenate, dem am meisten lösbaren Salze, der vom grössten Molekulgewicht enthalten ist; die Lösbarkeit der zwischenliegenden Glieder aber wächst oder fällt, je nachdem das Molekulgewicht des Säurerestes grösser oder kleiner ist. Daraus können wir das Gesetz feststellen, dass diese Arsenate desto leichter lösbar sind, je grösser das Molekulgewicht des in ihnen enthaltenen Säurerestes ist. Dieselbe Gesetzmässigkeit zeigen auch die alkalischen Salze der Halogensäuren.

Die oxygenhältigen Salze sind farblos; die Farbe der Selenosulfarsenate ändert sich zwischen der gelben Farbe des Sulfarsenates und der dunkelrothen Farbe des Selenoarsenates, und hat eine desto stärkere rothe Nuance, je mehr Selen die Verbindung enthält.

Unter den Salzen ist am beständigsten das Arsenat, minder beständig das Sulfarsenat, am leichtesten zersetzlich das Selenoarsenat; d. h.: mit dem Wachsen der Atomgewichte der säurebildenden Amphid-Elemente verringert sich die Beständigkeit;

dem entsprechend ersetzt kochendes Natriumsulfhydrat das Selen durch Schwefel, Natriumhydroxyd den Schwefel und das Selen durch Oxygen, wodurch es das Salz stufenweise in beständigere Verbindungen verwandelt.

*

Diese Arbeit wurde im allgemeinen chemischen Laboratorium des kön. Joseph-Polytechnikums ausgeführt. Ich halte es für eine angenehme Pflicht dem Herrn Professor LUDWIG ILOSVAY auch an dieser Stelle Dank zu sagen für die werthvollen Weisungen, mit denen er meine Arbeit unterstützte.

13.

NATRIUM-THYOSELENID,*

Von CARL MESSINGER.

Vorgelegt der Akad. in der Sitzung vom 15. März 1897 durch das c. M.

Ludwig v. Ilosvay.

Aus »Mathematikai és Természettudományi Értesítő» (Mathematischer und Naturwissenschaftlicher Anzeiger d. Akademie.) Bd. XV, pp. 105—106.

Wenn wir in frisch dargestelltem Natriumsulfhydrate zu feinem Pulver zerstossenes reines Selen längere Zeit kochen, zersetzt sich das Selen langsam unter Entwicklung von H_2S; die so entstandene Verbindung ist ausserordentlich leicht zersetzbar, weshalb wir während des Versuches einen Hydrogenstrom durch den Apparat leiten müssen. Wenn wir die dunkelrothe Lösung mit Alkohol versetzen und stark abkühlen, so scheiden sich kleine, sechseckige, schwarze Schuppen aus, deren Zusammensetzung auf Grund der Daten der Analyse $Na_2Se_2S+5H_2O$ ist.

	Berechnet	Gefunden	
Na	14·11%	13·85	14·03
Se	48·47	47·91	47·52
S	9·81	9·57	9·67
H_2O	27·61	28·27	28·59
	100·00	99·60	99·09

Die Verbindung ist ausserordentlich hygroskopisch, verbreitet einen Geruch von Schwefelhydrogen und zersetzt sich in

* Mittheilungen aus dem allg. chemischen Laboratorium des Joseph-Polytechnikums in Budapest.

einigen Tagen in Natriumsulfid und Selen. Aus der Lösung des Salzes scheidet sich mit verdünnter Säure das gesammte Selen ab, der Schwefel hingegen scheidet sich in der Gestalt von Schwefelhydrogen aus.

Die während des Lösens vor sich gehende Reaction drückt die folgende Gleichung aus:

$$2NaSH+2Se=Na_2Se_2S+H_2S.$$

Analog dieser Verbindung ist das Kaliumtriselenid* ($K_2Se_3+2H_2O$) und das durch Böttger** dargestellte Natriumtrisulfid ($Na_2S_3+3H_2O$), dessen Structurformel die folgende ist:

$$S=Na-S-Na=S, \quad \text{oder} \quad S=S\overset{-Na}{=}S\underset{-Na}{}$$

Die letztere Structur bestrebte sich Böttger durch experimentelle Daten zu widerlegen. Wenn wir die Structur des Natriumthyoselenides durch ähnliche Formeln erklären wollen, so können wir von den Formeln

$$Se=Na-S-Na=Se \quad \text{und} \quad Se=S\overset{-Na}{=}Se\underset{-Na}{}$$

die zweite als die wahrscheinlichere annehmen, da diese besser erklärt, dass das Selen aus dem Salze sich abscheidet und mit verdünnter Säure nur Schwefelhydrogen entsteht; nach der ersten Formel könnte sich mit Säure auch Selenhydrogen entwickeln.

Eine dem Natriumthyoselenid ähnliche Zusammensetzung besitzt auch die hydroschweflige Säure (H_2SO_2), doch ist die Structur dieser Verbindung noch nicht ganz festgesetzt und darum ist sie vor der Hand auch zur Vergleichung nicht geeignet.

* Clever u. Muthmann, Ztschrft. f. anorg. Ch. 95. X. p. 117.

** Annal. d. Ch. 223. p. 335.

14.

DIE BAHN DES COMETEN 1892 II.

Von Dr. L. STEINER.

Assistent an dem kön. ung. Centralinstitut für Meteorologie und Erdmagnetismus.

Vorgelegt der Akademie in der Sitzung vom 18 Januar 1897 durch das Ehrenmitgl. *Nicol. v. Konkoly.*

Aus »Mathematikai és Természettudományi Értesitő» (Math. und naturwiss. Anzeiger.) Band. XV. pag. 55—70.

1. Den Cometen 1892 II. entdeckte DENNING in Bristol 1892 am 18. März. DENNING bezeichnete den Cometen als sehr klein und lichtschwach; dieses Äussere behielt er bis zu Ende seiner Erscheinung. Nach der Entdeckung wurden an den verschiedenen Sternwarten Positionsbestimmungen in grosser Zahl angestellt. — Dieser Comet erweckt insofern grösseres Interesse, als er, abweichend von den meisten teleskopischen Cometen, auffallend lange Zeit beobachtet werden konnte. Die letzte Beobachtung vom 12. Januar 1893 verdanken wir KOBOLD in Strassburg.

Es ist zu bedauern, dass die Beobachtungen nicht gleichmässig vertheilt sind: während wir aus den zwei-drei Monaten nach der Entdeckung über eine sehr grosse Anzahl von Beobachtungen verfügen, haben wir aus späterer Zeit sehr wenige, in Folge dessen das Gewicht der Normalörter, wenn wir diese mit der Anzahl der Beobachtungen gleich annehmen, sehr verschieden ist. Dieser Umstand machte es nothwendig, dass wir unsere Rechnungen mit verschiedener Gewichtsvertheilung durchführen.

Genäherte parabolische Elemente haben mehrere berechnet, so BIDSCHOF, LORENZEN und SCHORR.* Die des letzteren sind

* Astr. Nachr. 3086 u. 3089.

darunter die besten, welche er aus den Beobachtungen in Hamburg vom 20. März, 4. und 19. April abgeleitet hat. Die üblichen Bezeichnungen beibehaltend und auf die Ekliptik reduciert, lauten diese Elemente folgendermassen:

$$\left.\begin{array}{rrrr} T = 1892 & \text{Mai} & 11{\cdot}22042 & \text{m. Z. Berl.} \\ \pi = & 22^\circ\ 42' & 16''{\cdot}0 & \\ \Omega = & 253\ 25 & 41{\cdot}6 & \text{1892·0 mittl. Aequin.} \\ i = & 89\ 42 & 4{\cdot}3 & \end{array}\right.$$
$$\log q = 0{\cdot}294\ 619$$

Aus diesem Elementensystem haben wir auf Grund 12 Normalörter, welche durch Vergleich der Beobachtungen mit der SCHORR'schen Ephemeride gebildet wurden, als Grundlage unserer Rechnungen folgende neue Elemente abgeleitet:

I.

Auf d. Aquator bezogen:

$$\left.\begin{array}{rrrr} T = 1892 & \text{Mai} & 11{\cdot}256841 & \text{m. Z. Berl.} \\ \pi = 1^\circ & 35' & 2''{\cdot}24 & \\ \Omega = 254 & 50 & 54{\cdot}49 & \text{mittl. Aequin. 1892·0} \\ i = 83 & 12 & 19{\cdot}77 & \end{array}\right.$$
$$\log q = 0{\cdot}2946045$$

Auf d. Ekliptik bezogen:

$$\left.\begin{array}{rrrr} T = 1892 & \text{Mai} & 11{\cdot}256841 & \text{m. Z. Berl.} \\ \pi = 22^\circ & 45' & 28''{\cdot}07 & \\ \Omega = 253 & 25 & 48{\cdot}04 & \text{mittl. Aequin. 1892·0} \\ i = 89 & 41 & 59{\cdot}46 & \end{array}\right.$$
$$\log q = 0{\cdot}2946045$$

und die heliocentrischen Aequatorialcoordinaten sind folgende:

$$\left.\begin{array}{l} x = (9{\cdot}7498005) \sin [\ 40^\circ\ 20'\ 11''{\cdot}21 + v] \sec^2 \frac{v}{2} \\ y = (0{\cdot}2794616) \sin [\ 14\ 54\ 2{\cdot}02 + v] \sec^2 \frac{v}{2} \\ z = (0{\cdot}2915437) \sin [106\ 44\ 7{\cdot}65 + v] \sec^2 \frac{v}{2} \end{array}\right\} \text{mittl. Aequin. 1892·0}$$

wo die Coëfficienten Logarithmen bedeuten.

2. Aus Elementensystem I wurde auf halbtägige Intervalle eine Ephemeride berechnet, welche mit den Beobachtungen verglichen wurde. Letztere sind in den Bänden 129—134 der «Astron. Nachrichten», 54. d. «Monthly Notices of the Royal Astronomical

Society», 9. und 11. d. «Bulletin astronomique», 11. d. «The Astronomical Journal», 114. d. «Comptes Rendus» erschienen. Brieflich hat PECHÜLE einige werthvolle Beobachtungen aus Kopenhagen mitgetheilt.

Zur Ableitung der Vergleichstern-Örter haben NICOLAUS v. KONKOLY, Director der Sternwarte in Ó-Gyalla, EDMUND WEISS, Director der k. u. k. Sternwarte in Wien die Kataloge, welche im Besitze der unter ihrer Leitung stehenden Sternwarten sich befinden, mir zur Verfügung gestellt, wofür ich auch bei dieser Gelegenheit meinen Dank ausdrücke; ebenso Herrn L. DE BALL, Director der V. KUFFNER'schen Sternwarte in Wien, der von einigen Sternen mir die Resultate der in Wien angestellten Positionsbeobachtungen mittheilte. Bei der Umrechnung der Sternörter auf das mittlere Aequinoctium 1892·0 wurden die Struve'schen Præcessions-Constanten benützt. Die aus den verschiedenen Katalogen ausgeschriebenen Sternörter wurden mit Hülfe der AUWERS'schen Correctionen * auf die Zonenbeobachtungen der «Astr. Ges.» reducirt. Der Catalog der «Astr. Ges.» erhielt das Gewicht 2, die übrigen 1.

Die parallactischen Factoren und die Reductionen auf den scheinbaren Ort wurden neu berechnet.

Aus den nahezu 200 Beobachtungen habe ich fünf wegen minder, oder gar nicht genauem Orte des Vergleichssternes weggelassen.

Folgende Tabelle enthält nach Tagen gruppiert die Differenzen zwischen den Beobachtungen und den aus Elementensystem I berechneten Örter. Die Zeit ist wegen Aberration corrigierte mittlere Berliner Zeit; die mit $\triangle\alpha$ und $\triangle\delta$ überschriebenen Columnen enthalten die Differenzen zwischen Beobachtung und Rechnung in Rectascension und Declination; α app. und δ app. sind die berechneten Örter. — Die Differenzen in Klammer sind weggelassen worden. Über die den Beobachtungen zugetheilten Gewichte bemerken wir Folgendes. Um womöglich die Einführung einer subjectiven Auffassung in die Rechnung zu vermeiden, was besonders bei der Gewichtsannahme Ausdruck findet, haben wir den

* Astr. Nachr. 3195—96.

Beobachtungen durchgehends gleiches Gewicht zugetheilt, und die verdächtigen Werthe weggelassen. Aus demselben Grunde haben wir auch irgendwelche Correction der Beobachtungen vermieden, wodurch wir zwar in manchen Fällen eine bessere Übereinstimmung zwischen Beobachtung und Rechnung erhalten hätten, doch hätten die aus diesen abgeleiteten Ephemeriden-Correctionen an ihrem objectiven Charakter verloren.

Beob. Ort	1892	α app.			δ app.			Δα	Δδ
		h	*m*	*s*				*s*	
Bamberg	März 19·51322	22	47	8·04	59°	18′	19″5	—0·35	+ 1″3
Hamburg	53576		47	16·26		18	34·8	—0·48	— 1·7
Jena	49321		47	0·77		18	6·0	+0·24	— 3·7
Cambridge	60492		47	41·46		19	21·8	—1·64	+ 7·1
Kopenhagen	41460		46	32·14		17	12·5	—0·45	+ 1·7
Paris	47360		46	53·64		17	52·7	+0·07	+ 1·5
«	51393		47	8·30		18	20·0	+0·28	+ 3·0
Strassburg	45826		46	48·04		17	42·3	+0·11	+ 0·3
Wien	45737		46	47·71		17	41·6	—0·45	+ 5·2
Berlin	47676		46	54·79		17	54·9	—0·37	+ 3·7
Hamburg	20·38858		52	27·96		27	57·9	—	— 0·4
«	39365		52	29·81		28	1·0	—0·05	—
Jena	42674		52	41·94		28	22·2	—1·02	+ 3·8
Kopenhagen	35827		52	16·86		27	38·4	+0·92	+ 0·9
Kremsmünster	53945		53	23·25		29	33·7	+0·42	+ 6·9
Mount-Hamilton	92023		55	43·13		33	31·7	—0·28	+ 0·8
Paris	37008		52	21·19		27	46·0	—0·14	+ 3·4
«	37383		52	22·56		27	48·4	—0·14	+ 3·1
«	37816		52	24·14		27	51·1	—0·28	+ 2·6
Strassburg	34501		52	11·99		27	29·9	+0·15	+ 1·9
Turin	35290		52	14·88		27	35·0	[+1·96]	[+20·2]
Wien	29800		51	54·77		26	59·7	+0·26	+ 7·6
Hamburg	21·41620		58	45·71		38	31·2	—0·33	+ 3·8
«	40623		58	42·04		38	25·2	+0·18	+ 3·5
Jena	39283		58	37·11		38	17·2	—0·15	— 5·4
Cambridge	61923	23	0	0·58		40	30·1	—0·83	+ 5·4
Kopenhagen	40552	22	58	41·78		38	25·2	—0·32	— 2·4
Kremsmünster	34521		59	19·55		37	49·0	+0·45	+ 7·3
Marseille	42069		58	47·37		38	33·8	—0·76	— 1·5
Mount-Hamilton	90186	23	1	44·99		43	13·2	—	— 0·5
«	90886		1	47·57		43	17·1	+0·32	—
Padua	38809	22	58	35·36		38	14·4	+0·69	— 0·6
«	38809		58	35·36		38	14·4	+0·59	+ 3·2
Strassburg	35664		58	23·77		37	55·9	+0·33	+ 0·7

Beob. Ort	1892		α app.		δ app.		Δα	Δδ
		h	m	s	°	′ ″	s	
Toulouse	März 21·43894	22	58	54·09	59°	38′ 44″4	—0·73	+ 4″5
«	48170		59	9·87		39 9·8	—0·36	+ 0·2
Turin	35521		58	23·24		37 55·0	[+1·30]	[+13·5]
Wien	29634		58	1·54		37 19·9	+0·38	+ 4·6
Hamburg	22·40969	23	4	52·90		47 56·2	+0·33	— 0·5
Kopenhagen	37084		4	38·52		47 34·9	—1·11	— 0·1
Wien	29504		4	10·45		46 53·5	+0·45	+ 4·0
«	30286	«	4	13·33		46 57·8	+0·53	— 0·3
«	23·31285		10	28·14		55 49·4	—0·16	— 5·2
Hamburg	24·43399		17	25·84	60	4 42·4	+0·09	+ 4·2
Kremsmünster	65864		18	49·69		6 21·9	+0·54	— 0·8
Wien	30063		16	36·08		3 42·4	+0·42	+ 6·7
Hamburg	25·38923		23	22·77		11 29·3	—0·09	+ 3·4
Jena	67203		25	8·55		13 21·1	+0·55	+ 1·4
Kremsmünster	34922		23	7·80		11 13·2	+0·65	+ 2·7
Toulouse	48894		24	0·07		12 9·0	—0·11	+ 0·8
Jena	26·40888		29	44·47		17 54·9	—0·68	— 0·9
Kremsmünster	33483		29	16·73		17 28·7	+0·35	+ 2·1
Strassburg	45064		30	0·10		18 9·5	+0·18	+ 0·7
Kremsmünster	27·61489		37	16·38		24 26·0	+0·16	— 3·4
«	35747		35	39·94		23 8·6	+0·62	— 9·1
«	28·63988		43	40·50		29 3·6	+0·57	+11·9
Hamburg	29·55615		49	23·53		32 29·3	[+2·54]	—
«	56214		49	25·78		32 30·5	—	+ 1·0
Bamberg	30·40999		54	42·71		35 5·2	—0·18	— 0·5
Hamburg	46655		55	3·83		35 14·3	+0·17	0·0
Dresden	32829		54	12·21		34 52·0	+0·66	+ 0·7
Bordeaux	31·42234	0	1	0·19		37 25·3	0·00	— 1·5
Hamburg	41622		0	57·91		37 24·6	—0·01	+ 2·3
Kremsmünster	63960		2	21·02		37 48·7	+0·79	+ 2·8
Pulkowa	43092		1	3·37		37 26·2	—0·07	— 1·8
Strassburg	38562		0	46·50		37 20·9	+0·38	— 0·6
Wien	32240		0	22·97		37 13·6	+0·23	— 0·9
Marseille	April 1·43175		7	15·24		38 56·8	—0·28	+10·9
Hamburg	2·40475		13	15·22		39 40·8	+0·24	— 4·4
Bordeaux	3·39591		19	20·07		39 41·2	60·12	[+84·4 *

* Es ist wahrscheinlich, dass statt dem angegebenen Stern AG.Hels. 316, bei der Beobachtung AG.Hels. 336 genommen wurde; in diesem Fall würde die Differenz zwischen Beobachtung und Rechnung + 0″47 und + 0″5 betragen; dies hat aber auf den ersten Normalort fast gar keinen Einfluss, da dadurch derselbe mit 0″05-, bezw. 0″03 geändert wird.

Beob. Ort	1892		α app.		δ app.		Δα	Δδ
		h	m	s	°	′	″	s	″
Hamburg	April 3·50006	0	19	58·27	60	39	38·7	—0·08	+ 3·2
Kopenhagen	63991		20	49·55		39	34·7	—0·15	— 1·2
Kremsmünster	63582		20	48·04		39	34·8	—0·44	+ 5·6
Hamburg	4·46732		25	52·00		38	52·0	+0·09	+ 0·7
«	5·62339		32	51·64		37	2·9	—0·05	— 1·6
«	6·63690		38	56·51		34	39·8	0·00	— 1·8
«	7·55407		44	23·93		31	53·3	—0·82	+ 1·3
«	8·39643		49	22·27		28	50·1	—0·08	+ 3·6
«	9·41344		55	19·14		24	31·4	+0·29	+ 1·6
Wien	32563		54	48·49		24	55·2	+0·44	+ 1·9
Hamburg	13·47508	1	18	24·68		0	52·0	—0·02	+ 0·8
Bordeaux	15·40202		28	57·71	59	46	19·5	+0·02	— 7·1
Hamburg	51722		29	34·98		45	23·6	—0·32	— 2·6
Toulouse	44647		29	12·10		45	58·0	—0·40	+ 3·9
Bordeaux	16·41383		34	23·42		37	54·5	+0·08	+ 0·3
Hamburg	17·50036		40	7·90		28	18·5	+0·07	+ 1·1
Jena	45220		39	52·78		28	44·5	—0·19	—23·0
Turin	37592		39	28·75		29	26·1	+0·28	+15·6
Berlin	18·49833		45	19·50		18	59·5	—0·34	+ 1·6
«	19·45407		50	13·46		9	39·2	—1·63	+ 0·3
Bordeaux	40586		49	58·73		10	7·9	+0·06	— 3·8
Hamburg	45822		50	14·72		9	36·7	+0·20	0·0
Kopenhagen	57640		50	50·74		8	26·0	—1·17	+ 0·9
Marseille	40453		49	58·34		10	8·8	—1·63	+ 8·8
Toulouse	42281		50	3·92		9	57·9	—0·50	+ 3·9
«	43500		50	7·63		9	50·8	—1·03	+ 2·4
Algier	20·36593		54	49·86		0	22·7	—1·73	+ 1·0
«	38620		54	55·95		0	10·1	—1·91	— 1·4
Berlin	45456		55	16·50	58	59	27·5	—0·16	— 0·3
Bordeaux	40936		55	2·91		59	55·7	—0·06	— 0·8
Jena	51700		55	35·24		58	48·6	—0·93	+ 0·9
Toulouse	41469		55	4·52		59	52·3	—0·74	— 1·2
«	21·40263		59	59·27		49	25·1	—0·51	+ 3·4
Algier	22·39653	2	4	51·04		38	31·1	—1·57	+ 5·1
«	42043		4	58·02		38	15·0	—0·99	+ 6·5
Marseille	40641		4	53·93		38	24·4	—0·77	+ 2·4
Algier	23·41008		9	43·72		27	1·2	[+3·80]	[+14·0]
«	42548		9	48·11		26	50·7	[+3·64]	[+16·9]
Berlin	46197		9	58·55		26	25·4	—0·02	+ 1·6
Bordeaux	41621		9	45·47		26	57·1	—0·44	+12·4
Hamburg	58258		10	32·99		25	2·1	+0·15	— 2·9

Beob. Ort	1892	α app.	δ app.	Δα	Δδ
		h m s	° ′ ″	s	
Kopenhagen	April 23·60071	2 10 38·18	58° 24′ 49″·4	—0·68	+ 0·8
Marseille	42430	9 47·77	26 51·5	—0·39	+10·9
Toulouse	42958	9 49·28	26 47·8	—0·49	— 0·1
Bordeaux	24·40756	14 26·90	15 21·6	+0·83	— 8·5
Hamburg	58146	15 15·77	13 17·8	—0·28	+ 0·4
Jena	45327	14 39·76	14 49·0	—0·07	— 0·8
Marseille	41352	14 28·58	15 17·5	—0·41	+ 2·3
Algier	25·42309	19 10·34	3 8·9	—0·73	+ 1·3
»	44250	19 15·68	2 54·8	—1·04	+ 4·3
Berlin	27·53715	28 44·59	57 36 43·6	—0·10	+ 3·3
Bordeaux	41272	28 11·39	38 18·8	—0·24	[+21·4]
Hamburg	46284	28 24·77	37 40·4	+0·05	+ 0·8
»	48354	28 30·29	37 24·6	—0·46	+ 0·6
Nikolajew	27·34348	27 52·88	57 39 11·8	—0·78	— 0·3
Bordeaux	28·50284	32 59·90	24 14·3	[43·85]	[+79·9]
Marseille	41198	32 36·08	25 25·3	+0·01	+ 0·6
Nikolajew	34195	32 17·68	26 19·9	+1·83	— 7·3
Hamburg	29·58315	37 40·40	9 58·9	+0·01	+ 1·4
»	55941	37 34·28	10 17·9	—0·07	+ 3·9
»	30·60183	42 0·00	56 56 16·6	—0·29	—
Kopenhagen	56420	41 50·49	56 47·3	—0·94	— 3·0
Bordeaux	Mai 1·46042	45 35·14	44 32·5	+0·08	+ 2·6
Pulkova	2·46992	49 43·86	30 32·9	—0·18	— 3·1
Hamburg	6·57457	3 5 49·75	55 31 42·2	—0·66	+·1·8
»	9·57036	16 50·82	54 47 8·0	—0·22	+ 4·6
Bordeaux	16·45478	40 2·58	53 1 12·9	—0·02	—10·8
»	17·41595	43 3·88	52 46 9·4	+0·27	— 9·7
»	18·44603	46 14·86	29 58·0	—0·59	+15·3
»	19·42248	49 12·81	14 34·6	+0·27	— 6·0
»	20·45217	52 17·33	51 58 18·6	—0·02	+15·2
»	21·42276	55 8·30	42 56·8	+0·28	+ 0·1
Strassburg	42251	55 8·26	42 57·0	—0·15	— 0·6
Hamburg	22·48794	58 12·78	26 3·5	—0·23	+ 1·4
»	23·48564	4 1 2·46	10 12·9	—0·01	—
Jena	54311	1 12·32	9 18·3	+0·01	— 0·2
»	28·53279	14 40·48	49 49 52·7	+0·28	— 6·6
Bordeaux	29·44244	17 0·93	35 22·8	—0·05	— 6·3
»	Juni 26·58820	5 15 40·77	42 11 55·4	[+2·11]	—11·6
»	27·59834	17 22·83	41 56 14·7	—0·32	—11·0
»	29·60005	20 40·93	25 12·3	—0·78	— 5·3
Hamburg	Juli 27·57335	58 16·64	34 10 33·5	—0·02	— 6·4

Beob. Ort	1892—93	α app.	δ app.	Δα	Δδ
		h m s	° ′ ″	s	
Berlin	Aug. 19·69425	6 18 17·63	27° 53′ 59″2	−0·10	— 5″8
Kremsmünster	20·61201	18 56·53	36 41·8	−0·10	+ 0·6
Hamburg	21·56411	19 32·12	20 16·7	−0·17	— 6·2
Marseille	29·63958	23 49·10	24 57 45·2	−0·20	— 6·4
Kopenhagen	Sept. 3·63205	25 46·67	23 25 51·4	+0·71	— 9·8
Paris	68452	25 47·71	24 52·7	+0·70	— 8·8
»	16·62487	28 10·05	19 12 5·8	−0·46	— 1·0
»	18·61671	28 9·81	18 31 1·6	−0·69	—11·8
»	20·59614	28 3·28	17 49 35·5	−0·60	—11·4
»	22·62832	27 49·77	6 24·1	−0·70	—10·2
»	24·59521	27 30·56	16 23 57·4	−0·44	— 7·7
Hamburg	25·59130	27 18·24	2 13·0	+0·39	—
Wien	54919	27 18·81	9 8·5	−0·49	— 9·6
Marseille	26·60741	27 3·93	15 39 52·1	−0·74	— 8·9
Hamburg	29·62451	26 10·95	14 32 29·5	−0·10	[+59·3]
Kopenhagen	60014	26 11·43	33 2·4	−1·09	—10·6
»	30·59367	25 50·55	10 31·4	−0·32	— 6·3
»	Okt. 3·65950	24 35·00	12 59 59·7	−0·66	—11·6
Strassburg	20·49297	12 30·43	6 6 47·1	−0·23	— 9·6
Hamburg	25·52835	7 9·87	3 56 42·2	−0·15	—14·0
»	26·50385	6 2·39	31 18·1	+0·34	— 5·8
Algier	27·47811	4 53·27	5 56·6	+0·27	— 9·2
Wien	Nov. 22·46307	5 25 49·11	7 39 18·7	+0·35	— 8·9
Bothkamp	25·50134	20 36·39	8 44 17·0	−0·08	[−31·3]
Kopenhagen	58925	20 27·32	46 6·9	−0·12	— 2·1
Strassburg	Dec. 16·43001	4 46 7·37	14 27 9·8	+0·13	— 3·5
»	19·48563	41 39·98	15 1 3·4	+0·08	— 3·8
Wien	37564	41 49·37	14 59 54·4	−0·18	+ 0·8
Strassburg	Jan. 12·35080	15 26·25	17 26 49·3	+0·11	— 4·5

Wenn wir bei den Beobachtungen am selben Tage die Differenzen zwischen Beobachtung und Rechnung zu einem Mittel vereinigen, und das Gewicht dieser Mittel mit der Anzahl der Beobachtungen gleich machen,* ferner die auf diesem Weg ab-

* Unter dieser Regel machen die Beobachtungen vom 28. März und 1. April eine Ausnahme, denen wir wegen ihrer auffallenden Abweichung in Deklination ½ Gewicht zuschrieben. Desgleichen das Mittel von 3. Sept., welche das Gewicht 1 erhielt, da die Pariser Beobachtung nachträglich aufgenommen wurde. Übrigens hat diese Gewichtsvergleichung für die definitiven Elemente gar keine Wichtigkeit.

geleiteten Mittel vom 19. März—9. April, 13. April—30. April, 1. Mai—17. Mai, 18. Mai—29. Mai, 26. Juni—29. Juni, 27. Juli, 10. August—3. September, 16. September—3. October, 20. October—27. October, 22. November—25. November, 16. December—19. December und 1893 12. Januar, beziehungsweise zu einem Mittel vereinigen, so erhalten wir für zwölf Normalörter die Ephemeriden-Correctionen und die Normalörter selbst, wie folgt:

Datum	$\Delta\alpha\cos\delta$	$\Delta\alpha$	$\Delta\delta$	α app.	Gewicht	δ app.	Gewicht
1892 März 25·5	—0″·15	—0·30	+1·36	— 8°58′57″·30	73	60°12′14″·76	73
April 22·5	—3·25	—6·24	+1·08	+31 20 10·76	49	58 37 22·78	45
Mai 9·0	—1·01	—1·76	—2·43	48 41 53·84	6	54 55 39·87	6
23·0	—0·18	—0·29	+1·37	59 55 4·21	10	51 17 57·17	9
Juni 28·5	—6·17	—8·26	—9·30	79 43 3·04	2	41 42 6·10	3
Juli 27·5	—0·25	—0·30	—6·40	89 32 58·10	1	34 11 36·40	1
Aug. 25·0	+2·95	+3·29	—5·43	95 22 55·69	5	26 20 15·28	5
1892 Sept. 25·0			—8·91			16 14 59·49	10
25·5	—7″·08	—7·37		96°49′44″·13	12		
Okt. 25·0	+0·86	+0·86	—9·65	91 56 26·16	4	4 10 15·95	4
Nov. 24·0			—5·50			— 8 12 41·60	2
24·5	+0·75	+0·76		80 34 55·86	3		
Dec. 18·5	+0·15	+0·16	—2·17	70 46 12·66	3	—14 50 35·87	3
1893 Jan. 12·5	+1·57	+1·64	—4·50	63 49 53·94	1	—17 27 16·20	1

Die Rectaascension-Differenzen wurden früher auf den grössten Kreis umgerechnet durch Multipliciren mit $\cos\delta$.

3. Da unser Comet fast ein Jahr lang beobachtet wurde, war die Berechnung jener Störungen unumgänglich nothwendig, welche er von den Planeten erlitt. Bei dieser Rechnung wurden Mercur, Venus, Erde, Jupiter und Saturn in Betracht gezogen. Der Einfluss von Seite Mars und der übrigen Planeten ist gering. Die Störungen wurden nach Encke's Methode in 40tägigen Intervallen mit den auf das mittl. Aequin. 1892·0 übertragenen Cometen-Elementen berechnet, da die Planeten-Coordinaten im Berl. Jahr-

buch, welches wir als Grundlage unserer Rechnungen überall benützten, auch auf dieses Aequinoctium sich beziehen. Die Osculations-Epoche wurde auf 1892, 5. Mai gelegt. Auf diese Weise erhielten wir die auf das Datum der Normalörter interpolierten Störungen in æquatorialen Polar-Coordinaten, welche aus den obigen Differenzen zwischen Beobachtung und Rechnung abgezogen, die Ephemeriden-Correctionen ergeben:

Datum		Störungen		Ephemeriden-Correctionen				
		$\Delta\alpha$	$\Delta\delta$	$\Delta\alpha$	$\Delta\alpha \cos\delta$	Gew.	$\Delta\delta$	Gew.
1892 März	25·5	—0″05	—0·18	— 0″25	— 0″12	73	+1″54	73
April	22·5	0·02	0·05	— 6·22	— 3·24	49	+1·13	45
Mai	9·0	0·00	0·00	— 1·76	— 1·01	6	—2·43	6
	23·0	0·03	0·05	— 0·26	— 0·16	10	+1·42	9
Juni	28·5	0·19	0·35	— 8·07	— 6·02	2	—8·95	3
Juli	27·5	0·40	0·84	+ 0·10	+ 0·08	1	—5·56	1
Aug.	25·0	0·67	1·48	+ 3·96	+ 3·55	5	—3·95	5
Sept.	25·0	—	3·03	—	—	—	—5·88	10
	25·5	1·13	—	— 6·24	— 6·00	12	—	—
Okt.	25·0	2·19	5·46	+ 3·05	+ 3·04	4	—4·19	4
Nov.	24·0	—	8·17	—	—	—	+2·67	2
	24·5	4·82	—	+ 5·58	+ 5·52	3	—	—
Dec.	18·5	7·53	9·22	+ 7·69	+ 7·43	3	+7·05	3
1893 Jan.	12·5	—9·84	—9·05	+11·48	+10·95	1	+4·55	1

Diese Ephemeriden-Correctionen sind zur Ableitung der definitiven Elemente benützt worden.

4. Die Differentialquotienten, welche in den zur definitiven Ausgleichung aufzustellenden Bedingungsgleichungen auftreten, wurden nach den Formeln in Oppolzer «Lehrbuch zur Bahnbestimmung» II. Bd. pag. 406 etc. berechnet. Somit erhielten wir folgende Bedingungsgleichungen:

in *AR.*

							Gew.
—0·12	$8\cdot96150\,\partial i$	$+\,9\cdot88392\sin i\partial\beta_b$	$+\,9\cdot92988\,\partial\pi$	$+\,9\cdot95622\,\partial\log q$	$+\,7\cdot84961\,\partial T$	$+\,8\cdot90425\,\partial e$	73
—3·24	9·74559	9·61119	9·73294	9·48931	7·67111	8·33800	49
—1·01	9·80102	9·07839	9·52343	8·70179	7·46736	7·21751	6
—0·16	9·79898	8·92774	9·30178	8·91036	7·24312	7·70901	10
—6·02	9·72186	9·64400	7·91185	9·33350	6·02075	7·53178	2
+0·08	9·63732	9·79050	8·66157	9·40477	6·90759	8·38517	1
+3·55	9·54655	9·88191	8·67095	9·48493	7·05686	8·71632	5
—6·00	9·42419	9·97134	7·60785	9·60574	7·06352	8·92851	12
+3·04	9·21254	0·05089	8·97008	9·69958	6·84639	8·96867	4
+5·52	8·18760	0·09183	9·21187	9·67613	6·34087	8·55692	3
+7·43	8·97843	0·07216	9·17514	9·53229	6·88354	8·54369	3
+10·95	9·23607	0·02414	9·01312	9·31272	6·95780	8·92062	1

in *Dekl.*

							Gew.
+17·54	$9\cdot89466\,\partial i$	$+\,8\cdot66697\sin i\partial\beta_b$	$+\,8\cdot63934\,\partial\pi$	$+\,9\cdot80873\,\partial\log q$	$+\,6\cdot96361\,\partial T$	$+\,8\cdot23620\,\partial e$	73
+1·13	9·69787	9·72312	9·71857	9·54115	7·67588	8·36148	45
—2·43	9·48053	9·80626	9·79646	9·68528	7·74211	7·49398	6
+1·42	9·25417	9·81905	9·81830	9·81761	7·75378	8·21367	9
—8·95	8·23556	9·79849	9·83991	0·05286	7·73379	8·77331	3
—5·56	8·29530	9·80518	9·87430	0·18173	7·71971	8·92197	1
—3·95	8·26311	9·86152	9·93491	0·29615	7·72231	9·00065	5
—5·88	7·43880	9·97672	0·02392	0·41772	7·73717	9·01876	10
—4·19	8·22090	0·09861	0·10542	0·51591	7·72976	8·85070	4
+2·67	7·37950	0·14567	0·13600	0·55049	7·65271	8·17532	2
+7·05	7·96595	0·10802	0·11409	0·52065	7·55596	8·87221	3
+4·55	7·99471	0·04548	0·07055	0·46327	7·46741	8·98161	1

Die Coëfficienten sind Logarithmen. Um diese Gleichungen auf gleiches Gewicht zu bringen, haben wir jede mit der Quadratwurzel seines Gewichtes multipliciert; um die grosse Verschiedenheit der Coëfficienten zu vermeiden, machten wir unsere Gleichungen homogen durch Einführung neuer Unbekannten.

Diese Unbekannten sind:

$$
\begin{aligned}
x &= 0{\cdot}82632\ \partial i \\
y &= 0{\cdot}81558 \sin i\ \partial \Omega \\
z &= 0{\cdot}86154\ \partial \pi \\
t &= 0{\cdot}91772\ \partial \log q \\
u &= 8{\cdot}78127\ \partial T \\
w &= 9{\cdot}83591\ \partial e
\end{aligned}
$$

Log. d. Fehlereinheit = 1·35565

Die Zahlen sind hier auch Logarithmen. Aus den so erhaltenen 24 Bedingungsgleichungen erhalten wir folgende Normalgleichungen:

$+1{\cdot}81368\,x$	$+\ 0{\cdot}01372\,y$	$+\ 0{\cdot}13209\,z$	$+\ 1{\cdot}05299\,t$	$-\ 0{\cdot}02958\,u$	$-\ 0{\cdot}01907\,w$	$=\ -\ 0{\cdot}02745$
$+0{\cdot}01372$	$+\ 3{\cdot}01429$	$-\ 2{\cdot}25027$	$+\ 0{\cdot}38889$	$+\ 2{\cdot}05437$	$+\ 0{\cdot}53051$	$+\ 0{\cdot}22842$
$+0{\cdot}13209$	$-\ 2{\cdot}25027$	$+\ 2{\cdot}28394$	$-\ 0{\cdot}57591$	$-\ 2{\cdot}03724$	$-\ 0{\cdot}89212$	$-\ 0{\cdot}22004$
$+1{\cdot}05299$	$+\ 0{\cdot}38889$	$-\ 0{\cdot}57591$	$+\ 4{\cdot}58529$	$-\ 0{\cdot}01979$	$-\ 1{\cdot}36113$	$-\ 0{\cdot}78661$
$-0{\cdot}02958$	$+\ 2{\cdot}05437$	$-\ 2{\cdot}03724$	$-\ 0{\cdot}01979$	$+\ 1{\cdot}95551$	$+\ 0{\cdot}95982$	$+\ 0{\cdot}36534$
$-0{\cdot}01907$	$+\ 0{\cdot}53051$	$-\ 0{\cdot}89212$	$-\ 1{\cdot}36113$	$+\ 0{\cdot}95982$	$+\ 1{\cdot}94561$	$+\ 1{\cdot}65045$

deren Auflösung:

$\log x = 0.24032$	d. h.	$\delta i = -$	5″88
$\log y = 0.20536$		$\delta\Omega = +$	5·60
$\log z = 0.95155$		$\delta\pi = +$	27·90
$\log t = 0.31338$		$\delta \log q = +$	0,00002734
$\log u = 0.81050$		$\delta T = +$	0,0117611
$\log w = 0.43854$		$\delta e = +$	0,0004404

und die neuen Aequatorial-Elemente:

II.
$T =$ 1892 Mai 11·268 6021 m. Z. Berlin.
$\Omega = 254°\ 51'\ 0''09$
$i = 83\ 12\ 13·89$ } m. Aequin. 1892·0
$\pi = 1\ 35\ 30·14$
$\log q = 0·2946318$
$e = 1·0004404$

Aus diesen Elementen haben wir die Normalörter berechnet, und die Störungen selbstverständlich in Betracht gezogen. Einerseits auf diesem Wege, anderseits aus den Differential-Bedingungs-Gleichungen haben wir folgende übrigbleibende Differenzen zwischen Beobachtung und Rechnung erhalten:

			$\Delta\alpha \cos\delta$	Diff. Gl.	Gew.	$\Delta\delta$	Diff. Gl.	Gew.
1892	März.	25·5	+0″28	+0″29	73	+0″27	+0″22	73
	Apr.	22·5	—1·20	—1·16	49	+0·21	+0·17	45
	Mai	9·0	+1·09	+1·06	6	—3·30	—3·16	6
		23·0	+1·83	+1·73	10	+1·27	+1·19	9
	Jun.	28·5	—4·36	—4·32	2	—7·05	—7·17	3
	Jul.	27·5	+2·15	+2·15	1	—2·03	—2·04	1
	Aug.	25·0	+6·31	+6·38	5	+1·14	+1·07	5
	Sept.	25·0	—	—	—	—0·06	—0·17	10
		25·5	—2·53	—2·59	12	—	—	—
	Oct.	25·0	+4·75	+4·71	4	—0·44	—0·58	4
	Nov.	24·0	—	—	—	+0·79	+0·76	2
		24·5	+0·65	+0·68	3	—	—	—
	Dec.	18·5	—3·17	—3·28	3	+2·09	+1·95	3
1893	Jan.	12·5	—2·99	—3·03	1	—1·04	—1·08	1

Die Summe der Fehlerquadrate ist: 822″7, bei Auflösung der Normalgleichungen ergab sich: 822″8. Wenn die Coëfficienten

von δe für o angenommen werden, also wir bei parabolischen Elementen stehen bleiben, so ist die Summe der Fehlerquadrate: 2610″3; die Einführung des Excentricitätsgliedes vermindert also erheblich die Summe der Fehlerquadrate.

Die Übereinstimmung zwischen Beobachtung und Rechnung wäre, mit Ausnahme des 5., 7. und 9. Normalortes, genügend; in den zwei letzteren zeigen auch nur die Rectascensionen grössere Abweichungen. Wir versuchten die Normalgleichungen mit Weglassung des 5. Normalortes aufzulösen, die eben erhaltenen Differenzen zwischen Beobachtung und Rechnung zu Grunde legend. Die auf diese Weise übrigbleibenden Fehler ergeben als Summe der Fehlerquadrate: 631″6, während aus den obigen, mit Weglassung des 5.-ten, 635″6 sich ergiebt. Es ist somit fast gar keine Verbesserung erzielt worden.

5. Die Resultate der obigen Ausgleichung haben uns nicht befriedigt. Die Ursache der grösseren Abweichungen im 5., 7. 9. Normalort suchten wir in dem Umstande, dass das Gewicht der Normalörter sehr verschieden ist. Wir lösten nun unsere Gleichungen bei anderer Gewichtsvertheilung. Wir ertheilten allen Normalörtern das Gewicht 1; die Resultate dieser Auflösung berechtigten uns zur folgenden, als wahrscheinlichsten Gewichtannahme:

Gewicht	des	5-ten	Normalortes	in	*AR*	$\frac{1}{2}$, in	*Dekl.* $\frac{1}{2}$
«	«	7	«	«	«	$\frac{1}{2}$ «	1
«	«	9	«	«	«	$\frac{1}{2}$ «	1

das Gewicht der übrigen ist 1. Auf diese Weise erhielten wir folgendes Elementensystem, auf den Aequator, als Grund-Ebene bezogen:

III.

T	= 1892 Mai. 11·261935		± 0·003827	m. Z. Berl.	
δb	= 254° 50′ 59″22		± 0″93	m. Aequin. 1892·0	
i	= 83 12 15·92		± 1·72		
π	= 1 35 17·90		± 7·16		
$\log q$	= 0·2946197		± 0,0000979		
e	= 1·000345		± 0,000064		

Auf die Ekliptik bezogen lauten dieselben:

$$\left.\begin{array}{rrrr} \Omega = 253^\circ & 25' & 50''.92 \\ i = & 89 & 41 & 54\cdot10 \\ \pi = & 22 & 45 & 42\cdot40 \end{array}\right\} \text{m. Aequin } 1892\cdot0.$$

Die Darstellung der Normalörter ist folgende:

	Datum		$\Delta\alpha\cos\delta$	Diff. Gl.	Gew.	$\Delta\delta$	Diff. Gl.	Gew.
1892	März.	25·5	+0″.81	+0″.81	1	+1″.21	+1″.24	1
	Apr.	22·5	—2·18	—2·14	1	+1·11	+1·05	1
	Mai	9·0	—0·20	—0·21	1	—2·07	—2·02	1
		23·0	+0·57	+0·45	1	+2·27	+2·45	1
	Jun.	28·5	—5·40	—5·39	½	—5·92	—6·01	½
	Jul.	27·5	+1·25	+1·24	1	—1·22	—1·24	1
	Aug.	25·0	+5·48	+5·51	½	+1·53	+1·45	1
	Sept.	25·0	—	—	—	—0·13	—0·28	1
		25·5	—3·30	—3·36	1	—	—	—
	Oct.	25·0	+4·42	+4·38	½	—0·71	—0·92	1
	Nov.	24·0	—	—	—	+0·67	+0·61	1
		24·5	+1·45	+1·52	1	—	—	—
	Dec.	18·5	—1·35	—1·44	1	+1·99	+1·88	1
1893	Jan.	12·5	—0·60	—0·62	1	—1·27	—1·28	1

Die Summe der Fehlerquadrate ist 103″.2, mit Voraussetzung einer parabolischen Bahn: 279″.5. Die Einführung der Excentricität vermindert also wieder erheblich die Summe der Fehlerquadrate und somit ist der hyperbolische Charakter der Bahn unzweifelhaft.

Elementensystem III stellt die Normalörter viel besser dar, als II, obzwar in dem 5., 7. und 9. Normalort die grössere Abweichung auch jetzt noch vorhanden ist. Wir erhalten den Grund dieser Abweichungen durch nähere Untersuchung der Beobachtungen. Zu diesem Zweck stellen wir die zur Bildung des 5., 7. und 9. Normalortes benützten Beobachtungen zusammen.

Normalort vom 28·5 Jun.

		$\Delta\alpha\cos\delta$	$\Delta\delta$	* Bemerkung
Bordeaux	Jun. 26	—	—11″.60	2
"	" 27	—3″.57	—11·00	2
"	" 29	—8·77	— 5·30	2

Normalort vom 25·0 Aug.

			$\Delta\alpha \cos\delta$	$\Delta\delta$	*	Bemerkung.
Berlin	Aug.	19	+1″33	— 5·80	3	Bei dunstiger, unruhiger Luft
Kremsmünster	«	20	—1·33	+ 0·60	3	Comet schwacher, diffuser Nebel
Hamburg	«	21	+2·26	— 6·20	1	Comet gut zu beobachten
Marseille	«	29	+2·72	— 6·40	2	extrêmement faible
Kopenhagen	Sept.	3	+9·77	— 9·80	1	
Paris	«	3	+9·62	— 8·80	1	

Normalort vom 25·0 Oct.

Strassburg	Oct.	20	—3·43	— 9·60	1	wegen Nebel mit Mühe zu erkennen äusserst schwach
Hamburg	«	25	—2·24	—14·00	2	
«	«	26	+5·09	— 5·80	5	Com. an d. äussersten Grenze der Sichtbarkeit. Beobachtung sehr anstrengend.
Algier	«	27	+4·04	— 9·20	7	

Die Zahlen in der mit * bezeichneten Columne zeigen an, wie viel Positionen zur Bestimmung des Vergleich-Stern-Ortes benützt wurden. Aus diesen ist ersichtlich, dass die meisten der hier benützten Vergleich-Sterne aus zwei oder mehreren Katalogen bestimmt wurden, es ist mithin die Möglichkeit ausgeschlossen, dass der Grund obiger Abweichungen in den minder genauen Stern-Orten zu suchen sei.

Da der Normalort vom 28·5 Juni nur aus Beobachtungen in Bordeaux * abgeleitet wurde, konnten die Personal-Fehler nicht eliminirt werden. Behalten wir nur die *AR* von der Beobachtung vom 27. und die Declination vom 29., so ergiebt sich für diesen Normalort:

$$\Delta\alpha \cos\delta = -2''81, \qquad \Delta\delta = -1''92.$$

Beim Normalort vom 25·0 August lassen wir die *AR* vom 3. September als verdächtige Werthe weg, so ergiebt sich:

$$\Delta\alpha \cos\delta = +2''9$$

Wenn wir noch in Betracht ziehen, dass der Comet zu dieser Zeit schon sehr schwach und schwer zu beobachten war, so ist die minder genaue Darstellung dieses Normalortes nicht überraschend.

* Alle drei Beobachtungen rühren von G. Rayet her.

Dasselbe gilt, aber noch besser für den Normalort vom 25·0 Oct., wo die einzelnen Daten uns zur Weglassung irgend einer der Differenzen zwischen Beobachtung und Rechnung nicht berechtigen. Aber die bei den einzelnen Beobachtungen angeführten Bemerkungen erklären genügend die etwas grössere Abweichung.

6. Dies Alles berücksichtigt, stellt Elementensystem III die Normalörter genügend dar; dass wir erheblich besseres auch dann nicht erhalten, wenn wir den Normalort vom 28·5 Juni ganz, vom 25·0 August und 25·0 October die AR weglassen, haben wir uns durch Auflösung der Normalgleichungen unter diesen Bedingungen überzeugt. Denn in diesem Fall erhalten wir folgendes Elementensystem:

IIIa.

$T = 1892$ Mai $11{\cdot}264$ 193 m. Z. Berl.

$\Omega = 254°\ 50'\ 58{\cdot}''77$

$i = 83\ 12\ 15{\cdot}72$ } m. Aequin. 1892·0.

$\pi = 1\ 35\ 21{\cdot}39$

$\log q = 0{\cdot}294\,6242$

$e = 1{\cdot}000\,387$

und die Summe der Quadrate der übrigbleibenden Fehler ist: 41.″5. Beim Elementensystem III ist die Summe der übrigbleibenden Fehlerquadrate, wenn der 5. Ort ganz, im 7. u. 9. die AR weggelassen wird, 46.″1. Eine erhebliche Verbesserung haben wir auch auf diese Weise nicht erhalten, und somit können wir als Schlussresultat unserer Untersuchungen behaupten, dass Elementensystem III die wahrscheinlichste Bahn des Cometen 1892 II darstellt.

*

Lange, nach Beendigung obiger Rechnungen, habe ich folgende Beobachtungen des Cometen erfahren (s. «Astr. Nachr.» Bd. 143, Nr. 3427).

Observatoire royal de Belgique (Bruxelles)

					α app			δ app		
Mars	30	10^h	16^m	34^s	23^h	54^m	$54{\cdot}63$	60°	35′	37.″3
	31	9	24	42	0	0	$53{\cdot}00$	60	36	$57{\cdot}0$
	31	9	24	42	0	0	$53{\cdot}59$	60	36	$31{\cdot}1$
Avril	1	10	3	51	0	7	$14{\cdot}75$	60	37	$57{\cdot}6$
	1	10	13	51	0	7	$14{\cdot}92$	60	37	$36{\cdot}3$
	2	9	33	34	0	13	$18{\cdot}39$	60	39	$2{\cdot}4$

welche mit der Ephemeride verglichen, folgende Fehler übriglassen:

$\Delta\alpha \cos\delta$	$\Delta\delta$
+0ˢ.57	— 3″.2
+0·09	— 23·8
+0·38	—49·7
+0·11	—56·0
+0·19	—77·3
+0·84	—35·3

Da in den Declinationen augenscheinlich ein Fehler vorhanden ist, habe ich zweimal brieflich um Auskunft hierüber gebeten, doch keine Antwort erhalten.

15.

PROTOZOEN AUS NEU-GUINEA.*

Vom ord. Mitglied GÉZA ENTZ.

(Vorläufige Mittheilung.)

Vorgelegt der III. Classe der ung. Akademie am 17. Mai, 1897.

Aus «Math. és természettud. Értesítő» (Math. u. naturwiss. Anzeiger.) Bd. XV. pp. 170—184.

Unser Landsmann, LUDWIG BIRÓ, der in Neu-Guinea seit 1896 zoologischen und ethnographischen Studien obliegt, hat auf seinen Excursionen auch die Microfauna berücksichtigt und ich habe mit Freude und Eifer die Bearbeitung der zur Zeit noch gänzlich unbekannten Protozoen Neu-Guinea's an dem mir zur Verfügung stehenden Material unternommen. Die Hauptergebnisse dieses Studiums, welches mich über Jahr und Tag beschäftigte, sind in den folgenden Zeilen enthalten.

Die Untersuchungen stellte ich theils an conservirtem, theils an lebendem Material an. Zum Conserviren wurde von BIRÓ Formol von 3—4% benützt, welche Flüssigkeit die Protozoen gut, zum Theil ganz vorzüglich erhält, so dass die Protozoen ungefärbt, oder nach erfolgter Färbung in verdünntem Glycerin auch auf ihre feinere morphologische Verhältnisse studiert werden können. Das lebende Material lieferte eingetrockneter Schlamm, macerierte Blätter, Algen und Moos, aus welchen ich mit ausgekochtem destillierten Wasser Culturen anlegte, in welchen sich in kurzer Zeit ein reges Leben einstellte.

---

* Fortgesetzte Untersuchungen ergeben einige neuere Daten, welche im ungarischen Text vom v. J. nicht enthalten sind.

In den Culturen, welche aus Tümpeln entstammen, entwickelten sich mit Palmellaceen, Conferven, Oscillarien und Diatomeen zwei Räderthierchen (*Rotifer vulgaris* und *Notommata forcipata*) und einer Angvillulide folgende Protozoen:

1. *Sarcodina.*

Amoeba Guttula Duj.
A. Limax Duj.
A. lucida Gruber.
A. radiosa Ehrbg.
A. verrucosa Ehrbg.
Cochliopodium pellucidum Hertw. & Less.
Difflugia constricta (Ehrbg.).
Trinema Enchelys (Ehrbg.).
Euglypha alveolata Duj.
Ciliophrys infusionum Cienk.
Actinophrys Sol (O. Fr. Müll.).

2. *Mastigophora.*

Cercomonas Termo (Ehrbg.).
C. longicauda Duj.
Monas Guttula Ehrbg.
Bodo caudatus (Duj.).
Trepomonas rotans Klebs.
Tetramitus rostratus Perty.
Menoidium pellucidum Perty.
Codonosiga Botrytis (Ehrbg.).
Salpingoeca Amphoridium J. Clark.

3. *Infusoria.*

Podophrya fixa Ehrbg.
(forma libera Perty).
Enchelys Farcimen O. Fr. Müll.
Plagiocampa mutabile Schew.
Balantiophorus minutus Schew.
Colpoda Cucullus O. Fr. Müll.
Colpidium Colpoda (Ehrbg.)
Spirostomum teres Clap. & Lachm.
Oxytricha Pellionella (O. Fr. Müll.).
O. mystacea Stein.
O. affinis Stein.
Stylonychia pustulata (O. Fr. Müll.).
Amphisia Piscis (O. Fr. Müll.).

Ein einziges ausgenommen, sind sämmtliche Protozoen dieser Culturen auch in Europa gemein, nur *Plagiocampa mutatile*, von Schewiakoff bei Sydney entdeckt, wurde bis jetzt anderwärts noch nicht beobachtet.

Überraschen in dieser Liste dürfte weniger das, was sie enthält, als das, was aus ihr fehlt. Wir vermissen in dieser Liste *Cyclidium Glaucoma, Glaucoma scintillans, Paramecium Aurelia* und *Vorticella microstoma*, welche in Culturen aus dem Bodensatz unserer Tümpel wohl niemals fehlen.

Aus Moos züchtete ich in der Gesellschaft von *Rotifer vulgaris*, einer *Ichthydium*-Art und einer Angvillulide folgende Sarcodinen:

Amoeba verrucosa Ehrbg.
A. quarta Gruber.
Difflugia globulosa Duj.
D. constricta (Ehrbg.).
D. pyriformis Perty.
D. Arcula Leidy.
Arcella vulgaris Ehrbg.
Centropyxis aculeata (Ehrbg.).
Hyalosphenia elegans Leidy.
H. Papilio Leidy.
Trinema Enchelys (Ehrbg.).
Euglypha alveolata Duj.
E. ciliata (Ehrbg.)
Sphenoderia lenta Schlumb.
Assulina Seminulum Ehrbg.
Actinophrys Sol (O. Fr. Müll.).

Alle diese Sarcodinen sind im Humus unter Moos auch bei uns gemein und ganz dieselbe Fauna von Sarcodinen fand ich auch unter Moos, welches mir Herr Julius von Madarász aus Ceylon mitbrachte.

Auch der grösste Theil des conservierten Materials enthielt nichts Neues und bestätigt nur den oft wiederholten Satz, dessen Richtigkeit Wl. Schewiakoff * durch eine Forschungsreise um die Erde endgiltig bewies, — ich meine den Satz, dass die Süsswasser-Protozoen Cosmopoliten sind. Das von Biró gesammelte Material ist gerade geeignet, die Lücke im Zusammenhange von Schewiakoff's Untersuchungen auszufüllen, da es Schewiakoff aus Gesundheitsrücksichten leider nicht vergönnt war nach dem «*gelobten Lande*» seiner Reise, nach Neu-Guinea, zu kommen.

Nach meinen bisherigen Untersuchungen kann ich mit Bestimmtheit behaupten, dass die Fauna der Süsswasser-Protozoen der Colonie Friedrich-Wilhelmshafen auf Neu-Guinea im Wesentlichen mit der unsrigen übereinstimmt. Nur das bereits erwähnte *Plagiocampa* ist aus Europa bisher noch nicht bekannt. Ausser diesem konnte ich noch eine neue Euglenide und eine bis jetzt nicht beschriebene Art von *Carchesium* aufzeichnen; von der letzteren muss ich aber bemerken, dass ich sie längst kenne: ihre zierlichen schlankgestielten Bäumchen sitzen bei uns ebenso häufig und massenhaft an den Larven der Culiciden, wie in Neu-Guinea und nach einer kurzen Bemerkung von Claparède ** glaube ich

* Ueber die geographische Verbreitung der Süsswasser-Protozoën. Memoires de l'Académie imp. des Sciences de St.-Petersbourg. VII. sér. Tome XLI. No 8. St-Petersburg, 1893.

** Études sur les Infusoires et les Rhizopodes. Génève, 1858—59. p. 100.

mit Recht zu schliessen, dass dieser Commensale der Schnacken-Larven von LACHMANN längst entdeckt wurde.

Nachdem die Thatsache constatiert wurde, dass die Protozoen-Fauna von Neu-Guinea im Wesentlichen mit der europäischen übereinstimme, schien es mir eine sterile Arbeit das von BIRÓ gesammelte Material noch weiterhin zu untersuchen, als der Bodensatz von zwei Fundorten mein Interesse im höchsten Grade wachrief und fesselte.

Der eine Fundort, von BIRÓ als *Sago-Sumpf* bezeichnet, ist in der Nähe der Colonie *Lemien* bei *Berlinhafen*. Die Mikrofauna stimmt nach dem untersuchten Material mit der unserer sumpfigen Wiesen überein, wie dies aus folgender Liste ersichtlich sein dürfte:

Difflugia constricta (EHRBG.).
D. pyriformis PERTY.
D. lobostoma LEIDY.
D. Corona WELL.
Lecquereusia spiralis SCHLUMB.
Centropyxis aculeata (EHRBG.)
Arcella vulgaris EHRBG.
A. dentata EHRBG.
Orbulinella smaragdea ENTZ.
A. mitrata LEIDY.
A. discoides EHRBG.
Pseudodifflugia gracilis SCHLUMB.
Euglypha alveolata DUJ.
E. ciliata (EHRBG.)
Trinema Enchelys (EHRBG.).
Clathrulina elegans CIENK.
Euglena lacustris (G. CHANTR.).
E. velata KLEBS.
E. oxyuris SCHMARDA.
E. deses EHRBG.
E. spirogyra EHRBG.
Phacus Pleuronectes (O. FR. MÜLL.).
Ph. longicauda (EHRBG.).
Ph. Pyrum (EHRBG.).
Lepocinclis Ovum (EHRBG.)
Trachelomonas volvocina EHRBG.
T. cylindrica EHRBG.
Pandorina Morum (SCHRANK.).
Synura Uvella EHRBG.
Peranema trichophorum (EHRBG.).
Paramecium Bursaria (EHRBG.).
Chilodon uncinatus EHRBG.
Tocophrya Cyclopum (CLAP. & LACHM.).
Vorticella lunaris O. FR. MÜLL.
V. nebulifera O. FR. MÜLL.

Ergänzt wird diese Mikrofauna durch einige *Anguilluliden*, *Ichthydium*, *Rotatorien* — besonders zahlreich fand ich die zierlichen leeren Gehäuse von *Melicerta (ringens?)* — ferner einige *Cyclopiden*; von Algen seien erwähnt *Spirogyren*, *Closterien*, *Oscillarien* und *Diatomeen*. In der Gesellschaft dieser exquisit Süsswasser-Organismen lebt in grosser Anzahl jene Polythalamie, welche bis jetzt nur aus den Kochsalztümpeln bei Déva im Comitat

Hunyad bekannt ist, wo sie im Jahre 1883 EUGEN VON DADAY entdeckte und unter dem Namen *Entzia tetrastomella* beschrieb.*

Ein eingehendes Studium des interessanten Fundes, welches durch reiches Material aus Neu-Guinea, sowie auch dadurch erleichtert wurde, dass mir von der Dévaer Polythalamie mehrere Präparate aus dem J. 1883 zur Hand waren, führte zum Ergebniss, dass die Polythalamie aus Neu-Guinea und Déva factisch identisch sind. Meine Untersuchungen, sowie das Studium der einschlägigen Litteratur führte aber ferner zu jenem Ergebniss, dass die in Rede stehende interessante Polythalamie von D'ORBIGNY, unter dem Namen *Nonionina canariensis*, bereits 1839 von den Küsten der Kanarischen Inseln beschrieben wurde. Ich muss aber hier auch noch das bemerken, dass wir eine nähere Kenntniss dieser Polythalamie, welche BRADY als *Haplophragmium canariense* (D'ORB.) anführt, dem eben genannten Forscher verdanken, dessen monumentales Werk über die Foraminiferen der Challenger-Expetion** erst nach der Einsendung von DADAY's Abhandlung (15. Dez. 1883) erschien.

Wenn ich nun auf Grund meiner Untersuchungen in jene gewiss nicht alltägliche Situation komme, ein Genus, welches meinen Namen trägt, als unhaltbares aus dem Register der Wissenschaft zu streichen, muss ich schon hier bemerken, dass Haplophragmium canariense einer excessiven Variabilität unterliegt und dass mehrere Species, welche BRADY in die Genera *Haplophragmium, Lituola* und *Trochammina* einreihte, dem Formenkreis von *H. canariense* angehören und mit demselben zu vereinigen sind.

Auf die Frage, auf welche Weise das marine Haplophragmium canariense in die süssen Gewässer der Sago-Sümpfe bei Lemien gelangt sein möge, giebt, wenn auch keine befriedigende Antwort, doch wenigstens eine Andeutung die eigenthümliche Misch-Fauna eines kleinen Wasserbeckens der kleinen Korallen-insel Selco, im Berlinhafen. Diese Fauna stammt aus einem 1—2 m

---

* DR. EUGEN V. DADAY: Ueber eine Polythalamie der Kochsalztümpel bei Déva in Siebenbürgen. Zeitschr. f. wiss. Zoologie. 40. Bd. 1884.

** HENRY B. BRADY: Report on the Foraminifera dredged by H. M. S. Challenger, during the years 1873—76. London, 1884.

breiten und einige Spanne tiefen Tümpel, welcher unweit des Seeufers im tiefen Schatten dicht belaubter Bäume liegt. Von den Wasserbecken der Koralleninsel des Berlinhafens bemerkt BIRÓ, dass die höher gelegenen einfach Regenwasser, die tiefer gelegenen hingegen ein Gemisch von Regen- und durchgesickertem Seewasser enthalten, das letztere wird aber vom Regen so stark diluiert, dass die Eingeborenen dieses »*Buschwasser*« als Trinkwasser geniessen.

Aus so einem Buschwasser stammt die Fauna von Seleo, welche aus folgendem bunten Gemisch von Süsswasser und marinen Protozoen besteht:

a) *Süsswasser-Arten.*	b) *Marine-Arten.*
[illegible]	[illegible] *oviformis* DUJ.
[illegible]	[illegible] *fusca* BRADY.
[illegible]	[illegible] F. E. SCHULZE.
[illegible]	[illegible] sp.
[illegible]	[illegible] sp.
[illegible]	[illegible] *canariense*
[illegible]	MÖBIUS.
[illegible]	[illegible] BRADY.
[illegible]	[illegible] sp.
[illegible]	[illegible] D'ORB.
[illegible]	[illegible] sp.
[illegible]	[illegible] sp.
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible] sp.
[illegible]	[illegible] DUJ.
[illegible]	MAUP.
[illegible]	[illegible] CLAP. & LACHM.
[illegible]	[illegible] EHRBG.
[illegible]	[illegible] STEIN.
[illegible]	[illegible] STEIN.
[illegible]	[illegible] ENTZ.
[illegible]	sp.
[illegible]	[illegible] ENTZ.
	[illegible] EHRBG.
	[illegible]

Zu diesen kommt noch *Cyclidium Glaucoma*, *Pleuronema Chrysalis* und *Carchesium polypinum*, welche sowohl aus Süss-, als auch aus Seewasser bekannt sind, ferner *Pseudodifflugia Helix* und *Orbulinella smaragdea*, von welchen die erstere bis jetzt nur aus den siebenbürgischen Kochsalzteichen, die letztere aus eben diesen Kochsalzteichen und aus dem Balaton-See bekannt ist.

Aus obiger Liste ist zu ersehen, dass im Buschwasser von Seleo Süsswasser- und See-Protozoen in ziemlich gleicher Artenzahl vorkommen; immerhin geben dieser Fauna *Gromia oviformis*, ferner die *Milioliden*, *Lituoliden*, *Globigeriniden* und *Rotaliiden* ein ausgesprochen marines Gepräge. Am nächsten steht diese eigenthümliche Misch-Fauna derjenigen der siebenbürgischen und süd-russischen Kochsalzteiche, ferner der brackischen Gewässer der Ostsee, doch unterscheidet sie sich von der Fauna der Kochsalzteiche durch den Reichthum echt mariner Rhizopoden.

Enumeration der bis jetzt beobachteten Protozoen aus Neu-Guinea.

I. Classis. Sarcodina.

1. Ordo. RHIZOPODA.

A) Subordo. NUDA.

Fam. AMOEBIDAE.

Amoeba Limax. Duj. — F.*
A. Guttula Duj. — F.
A. radiosa Ehrbg. — F.
A. lucida Grub. — F. S.
A. verrucosa Ehrbg. — F. S. M.
A. quarta Grub. — M.
Pelomyxa villosa Leidy. — S.

* *F.* = Umgebung von Friedrich-Wilhelmshafen. — *L.* = Sago-Sümpfe bei Lemien. — *S.* = Insel Seleo. — *M.* = Unter Moos.

B) Subordo. TESTACEA.

Fam. ARCELLIDÆ.

Cochliopodium pellucidum HERTW. & LESS. — F.
Pseudochlamys Patella CLAP. & LACHM. — F. L.
Arcella vulgaris EHRBG. — F. L. S. M.
A. dentata EHRBG. — L.
A. mitrata LEIDY. — L. S.
A. discoides EHRBG. — L.
Centropyxis aculeata. — F. L. S. M.
Hyalosphenia elegans LEIDY. — S. M.
H. Papilio LEIDY. — M.
Difflugia globulosa DUJ. — F. S. M.
D. pyriformis PERTY. — L.
D. lobostoma LEIDY. — L.
D. Corona WALLICH. — L.
D. constricta (EHRBG.) — F. L.
D. Arcula LEIDY. — M.
Lecquereusia spiralis (EHRBG.) — L.

Fam. EUGLYPHIDÆ.

Euglypha alveolata DUJ. — F. L. M.
E. ciliata (EHRBG.) — L. M.
Sphenoderia lenta SCHLUMB. — S. M.
Assulina Seminulum EHRBG. — M.
Trinema Enchelys (EHRBG.) — F. L. M.
Pseudodifflugia Helix (ENTZ). — S.
P. gracilis SCHLUMB. — L.

Fam. GROMIIDÆ.

Gromia oviformis DUJ. — S.

Fam. MITIOLIDÆ.

Quinqueloculina fusca BRADY. — S.
Spiroloculina hyalina F. G. SCHULZE. — S.
Cornuspira sp. — S.

Fam. LITUOLIDÆ.

Haplophragmium canariense (D'ORB.) — L. S.
Trochammina sp. — S.
Hormosina sp. — S.
Rheophax difflugiformis BRADY. — S.

Fam. GLOBIGERINIDÆ.

Orbulina universa D'ORB. — S.

Fam. ORBULINELLIDAE.

Orbulinella smaragdea ENTZ. — L. S.

Fam. ROTALIIDÆ.

Spiridina sp. — S.
Cymbalopora sp. — S.
Discorbina sp. — S.
Truncatulina sp. — S.
Pulvinulina sp. — S.
Planorbulina sp. — S.
Calcarina sp. — S.

2. Ordo. HELIOZOA.

Fam. APHROTHORACA.

Ciliophrys infusionum CIENK. — F.
Nuclearia sp. — S.
Actinophrys Sol (O. FR. MÜLL.) — G. M.

Fam. DESMOTHORACA.

Clathrulina elegans CIENK. — F. L.

II. Classis Mastigophora.

A) Subclassis. PHYTOMASTIGIA.

1. Ordo. DINOFLAGALLATA.

Fam. PERIDINIDÆ.

Glenodinium Pulvisculus (EHRBG.) — F. S.

2. Ordo. CHRYSOMONADINA.

Fam. CHRYSOMONADIDÆ.

Synura Uvella EHRBG. — L. S.

3. Ordo. CLOROMONADINA.

Fam. EUGLENIDÆ.

Euglena viridis (SCHRANK.) — F.

E. lacustris G. CHANTR. (= E. sangvinea Autor.) forma viridis. — F.

E. velata KLEBS. — L.

E. deses EHRBG. — L.

E. oxyruis SCHMARDA. — F. L.

E. geniculata DUJ. — L.

E. spirogyra EHRBG. — F. L.

E. sp. — F.

Phacus Pleuronectes (O. FR. MÜLL.) — F. L.

P. alatus KLEBS. — F.

P. longicauda (EHRBG.) — F. L.

P. Pyrum (EHRBG.) — L.

P. oscillans KLEBS. — F.

Coelomonas grandis (EHRBG.) — F.

Lepocinclis Ovum (EHRBG.) — F. L.

Trachelomonas volvocina EHRBG. — F. L.

T. cylindrica EHRBG. — L.

T. Lagenella STEIN. — F.

T. hispida PERTY. — F.

Fam. CRYPTOMONADIDÆ.

Chilomonas Paramecium EHRBG. — S.

Fam. VOLVOCIDÆ.

Pandorina Morum (SCHRANK). — F. L.
Eudorina elegans EHRBG. — F.

B) Subclassis. ZOOMOSTIGIA.

1. Ordo. ZOOMONADINA.

Fam. MONADIDÆ.

Monas Guttula EHRBG. — F.
Cercomonas Termo (EHRBG.) F.
C. longicauda DUJ. — F.
Bodo caudatus (DUJ.) — F.

Fam. TREPOMONADIDÆ.

Trepomonas rotans KLEBS. — F.

Fam. TETRAMITIDÆ.

Tetramitus rostratus PERTY. — F.

Fam. SCYTOMONADIDÆ.

Oxyrrhis marina DUJ. — S.

Fam. ASTASIIDÆ.

Peranema trichophorum (EHRBG.) — L.
Menoidium pellucidum PERTY. — F.

Fam. CRASPEDOMONADIDÆ.

Codonosiga Botrytis (EHRBG.) — F. S.
Salpingœca Amphoridium J.-CLARK. — F.

III. Classis. Infusoria.

1. Subclassis. SUCTORIA.

Ordo. ACINETINA.

Fam. ACINETIDÆ.

Tocophrya Cyclopum (Clap. & Lachm.) — L.

Fam. PODOPHRYIDÆ.

Podophrya fixa Ehrbg. forma libera Perty. — F.

2. Subclassis. CILIATA.

1. Ordo. GYMNOSTOMATA.

Fam. ENCHELYIDÆ.

Enchelys Farcimen O. Fr. M. — F. S.
E. Pupa O. Fr. Müll. — F.
Mesodinium Pulex Clap. & Lachm. — S.
Prorodon teres Ehrbg. — S.
Lacrymaria Olor (O. Fr. Müll.). — S.
Urotricha farcta Clap & Lachm. — S.
Coleps hirtus Ehrbg. — S.

Fam. TRACHELIIDÆ.

Amphileptus Anaticula Ehrbg. — F.
A. Claparédii Stein. — S.
Lionotus Folium (Duj.). — S.
Loxophyllum Meleagris (Ehrbg.) — S.

Fam. CHILODONTIDÆ.

Chilodon uncinatus Ehrbg. — F. L. S.
Aegyria monostyla (Ehrbg.). — S.

2. Ordo. TRICHOSTOMATA.

A) Subordo. ASPIROTRICHA.

a) Sectio. Holotricha trichostomata.

Fam. PARAMECIIDÆ.

Paramecium Bursaria (EHRBG.) — L.

Fam. CHILIFERÆ.

Colpoda Cucullus O. FR. MÜLL. — F. S.
Colpidium Colpoda (EHRB.) — F.
Glaucoma scintillans EHRBG. — F.
Ophryoglena flava (EHRBG.) — F.

Fam. PLEURONEMIDÆ.

Pleuronema Chrystalis (EHRBG.). — S.
Cyclidium Glaucoma O. FR. MÜLL. — S.
Plagiocampa mutabile SCHEW. — F.
Balantiophorus minutus SCHEW. — F.

B) Subordo. SPIROTRICHA.

b) Sectio. Heterotricha.

Fam. PLAGIOTOMIDÆ.

Spirostomum teres CLAP. & LACHM. — F.

Fam. STENTORIDÆ.

Stentor polymorphus (O. FR. MÜLL.) F.
Chimacostomum virens (EHRBG.). Forma sine Zoochlorellis. — S.

c) Sectio. Oligotricha.

Fam. TINTINNIDÆ.

Tintinnus Ganymedes ENTZ. — S.
Tintinnidium sp. — S.

Fam. HALTERIIDÆ.

Strombidium Turbo CLAP. & LACHM. — F.

d) Sectio. Hypotricha.

Fam. OXYTRICHIDÆ.

Amphisia Piscis (O. FR. MÜLL.) — F.
Oxytricha mystacea STEIN. — F.
O. affinis STEIN. — F.
O. Pellionella (O. FR. MÜLL.) — F.
Stylonychia pustulata (O. FR. MÜLL.) — F.
Stichotricha secunda PERTY. — S.

Fam. EUPLOTIDÆ.

Euplotes Harpa STEIN. — S.

Fam. ASPIDISCIDÆ.

Aspidisca polystyla STEIN. — S.

e) Sectio. Peritricha.

Fam. VORTICELLIDÆ.

Subfam. URCEOLARINAE.

Cothurnia maritima EHRBG. — S.
C. curvata ENTZ. — S.
C. socialis GRUBER. — S.
Cothurniopsis imberbis (EHRBG.) — F.

Subfam. VORTICELLINAE.

Vorticella nebulifera O. FR. MÜLL. — F. L.
V. lunaris O. FR. MÜLL. — F. L.
V. chlorostigma EHRBG. — F.

Carchesium polypinum (L.) — S.
C. sp. — F.
Epistylis branchiophila PERTY. — F.
E. digitalis EHRBG. F.
E. nympharum ENGELM. — F.
E. plicatilis EHRB. — F.

16.

ÜBER DAS REGELMÄSSIGE ZWÖLFECK.

Von Dr. JOSEF KÜRSCHÁK,

corr. Mitgl. der ungarischen Akademie der Wissenschaft, Professor am kön. ung. Josefs-Polytechnikum zu Budapest.

Aus: «Mathematikai és Physikai Lapok» (Mathematische und Physikalische Blätter), Band VII, pp. 53—54, 1898.

Das in den Kreis beschriebene regelmässige Zwölfeck hat den dreifachen Flächeninhalt des über den Radius erhobenen Quadrates.

Diesen bekannten Satz kann man ohne jegliche Rechnung folgendermassen beweisen.

In unserer Figur sind die P die Ecken des eingeschriebenen regelmässigen Zwölfeckes; ferner sind OP_0AP_3, OP_3BP_6, OP_6CP_9 OP_9DP_0 über den Radius erhobene Quadrate.

Wenn wir auf die Halbierende des Winkels P_0OP_1 die Strecke $OE=P_0P_1$ auftragen und E mit P_0 resp. P_1 verbinden, so ist

1) $\quad \triangle P_0OE \cong \triangle BP_3P_4$
2) $\quad \triangle P_1OE \cong \triangle BP_6P_5$
3) $\quad \triangle P_0EP_1 \cong \triangle P_4BP_5.$

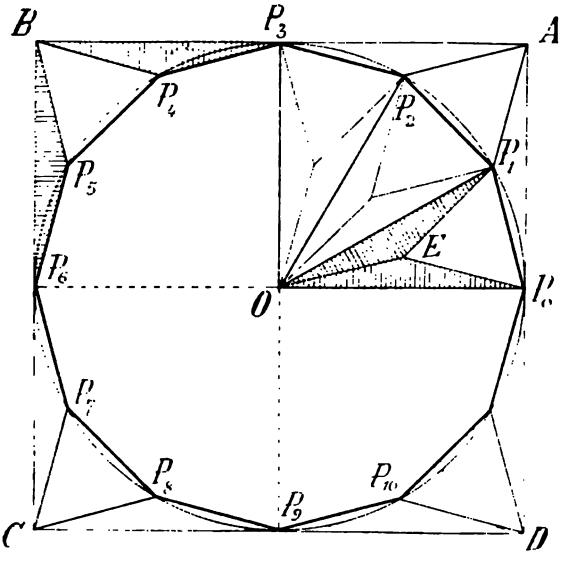
Nämlich der Centralwinkel P_0OE steht auf halb so grossem Kreisbogen, als der Peripheriewinkel BP_3P_4, sie sind also gleich. Ferner sind P_0O und BP_3 beide dem Radius, OE und P_3P_4 beide der Seite des Zwölfeckes gleich. Demnach sind in den Dreiecken P_0OE und BP_3P_4 je zwei Seiten und der eingeschlossene Winkel gleich, woraus die Congruenz der beiden Dreiecke folgt.

In derselben Weise kann man die Formel 2) beweisen.

Infolge der bereits bewiesenen Formeln ist $P_0E = BP_4$ und

$P_1E = BP_5$; ferner sind P_0P_1 und P_4P_5 als Seiten des Zwölfeckes ebenfalls einander gleich. Damit ist auch die Formel *3)* bewiesen.

Nach diesen Überlegungen kann man bei der Bestimmung des Flächeninhaltes das Dreieck OP_0P_1 mit dem Fünfecke $BP_3P_4P_5P_6$ ersetzen. In derselben Weise kann OP_1P_2 mit $CP_6P_7P_8P_9$ und OP_2P_3 mit $DP_9P_{10}P_{11}P_0$ ersetzt werden.



Vom übrigen Theile des Zwölfeckes ist es unmittelbar augenfällig, dass er mit den besagten Fünfecken zusammen die drei Quadrate OP_3BP_6, OP_6CP_9 und OP_9DP_0 ergiebt.

Wir haben also wirklich den Flächeninhalt des Zwölfeckes in drei Quadrate umgestaltet, deren Seiten dem Radius gleich sind.

17.

KRYSTALLOGRAPHISCHE UNTERSUCHUNGEN AM PYRIT VON BÉLABÁNYA.

Vom corr. Mitgl. Dr. A. FRANZENAU.

(Als Antrittsvortrag gehalten in der Sitzung vom 18. April 1898.)

In der südwestlichen Fortsetzung des Biberganges auf den Kronprinz Ferdinand-Stollen von Bélabánya, im Honter Comitate, wurde an stark verändertem Trachyt gebunden, vor Kurzem Pyrit gebrochen.[1]

Der Pyrit kommt im Trachyt als unregelmässig geformte Körner dicht eingestreut vor, oder ist, auf der Oberfläche Krystalle der Substanz führend, in grösseren derben Partien ausgeschieden. Auf den Pyrit-Krystallen sitzt hin und wieder krystallisierter Quarz.

Bezüglich die Grösse der Pyritkrystalle erreichen die meisten kaum einen Durchmesser von 1—3 Millimeter, solche von 4—8 Millimeter im Durchmesser sind schon selten und nur in einem Falle sah ich einen Krystall mit 19 Millimeter Durchmesser.

Zur Ausführung krystallographischer Untersuchungen eigneten sich nur die kleineren Krystalle, weil bei diesen die begrenzenden Flächen glatt und stark glänzend sind.

Letztere Eigenschaft charakterisiert wohl auch die Flächen der grösseren Krystalle, da aber bei diesen die augenscheinlich

[1] HUTZELMANN A. erwähnt bei der Beschreibung der chemischen Zusammensetzung des Dillnites von Bélabánya das Vorkommen von Pyrit, der aber neben Diaspor und Fluorit in Dillnit ausgeschieden ist. In die Ausführungen der morphologischen Verhältnisse des Pyrites lässt er sich nicht ein. HAIDINGER's Berichte über die Mittheilungen von Freunden der Naturwissenschaften. Wien, 1850. VI. Bd. p. 55.

einheitlichen Flächen aus nicht ganz parallel zusammengewachsenen kleinen Individuen gebildet sind, vermindert sich ihre Glätte beträchtlich, womit naturgemäss eine Unbestimmtheit der von ihnen gewonnenen Lichtreflexe im Gefolge steht.

Die Krystalle lernte ich als einfache und Zwillinge kennen.

An den einfachen Krystallen bilden die Combinationen entweder nur Pentagondodekaëder derselben Stellung (bei 4 Krystallen) oder aber kommen solche von positiver und negativer Stellung (bei 3 Krystallen) gleichzeitig vor. Die hemiedrischen Formen betrachtete ich als positive, mit Ausnahme, wenn der entgegengesetzten Stellung entsprechende ebenfalls vorkommen. In diesem Falle wurden die mit dominierenden, stark glänzenden Flächen auftretenden für positive, die untergeordneten, minder glänzenden für negative Formen angesehen.

Bei den Zwillingen ist die Zwillingsfläche die des Rhomboëders und da die beiden Individuen ganz durchwachsen sind, bilden sie die sogenannten Zwillinge des eisernen Kreuzes.

Die beobachteten Formen an den sieben untersuchten einfachen Krystallen sind folgende:

Hexaëder		(100)	$\infty O \infty$
Pentagondokaëder positiver Stellung	π	(310)	$\infty O\frac{3}{2}$
	π	(520)	$\infty O\frac{5}{2}$
	$*\pi$	(11.5.0)	$\infty O\frac{11}{5}$
	π	(210)	$\infty O2$
	π	(530)	$\infty O\frac{5}{3}$
	$*\pi$	(13.8.0)	$\infty O\frac{13}{8}$
	π	(320)	$\infty O\frac{3}{2}$
	$*\pi$	(13.9.0)	$\infty O\frac{13}{9}$

	*π	(10.7.0)	$\left[\frac{\infty O^{10/7}}{2}\right]$
	*π	(15.11.0)	$\left[\frac{\infty O^{15/11}}{2}\right]$
	π	(430)	$\left[\frac{\infty O^{4/3}}{2}\right]$
	π	(540)	$\left[\frac{\infty O^{5/4}}{2}\right]$
	π	(650)	$\left[\frac{\infty O^{6/5}}{2}\right]$
	π	(870)	$\left[\frac{\infty O^{8/7}}{2}\right]$
Rhombdodekaëder		(110)	∞O
Pentagondodekaëder negativer Stellung	π	(250)	$\left[\frac{\infty O^{5/2}}{2}\right]$
	π	(120)	$\left[\frac{\infty O2}{2}\right]$
	*π	(8.13.0)	$\left[\frac{\infty O^{13/8}}{2}\right]$
	*π	(7.11.0)	$\left[\frac{\infty O^{11/7}}{2}\right]$
	*π	(11.15.0)	$\left[\frac{\infty O^{15/11}}{2}\right]$
	π	(560)	$\left[\frac{\infty O^{6/5}}{2}\right]$
	π	(780)	$\left[\frac{\infty O^{8/7}}{2}\right]$
	π	(890)	$\left[\frac{\infty O^{9/8}}{2}\right]$
Dyakisdodekaëder positiver Stellung	*π	(16.9.1)	$\left[\frac{16O^{16/9}}{2}\right]$
	π	(10.6.1)	$\left[\frac{10O^{5/3}}{2}\right]$
	π	(851)	$\left[\frac{8O^{8/5}}{2}\right]$
Deltoiddodekaëder		(211)	$2O2$
Triakisoktaëder		(221)	$2O$
Oktaëder		(111)	O

Die mit einem Stern bezeichneten neun Formen sind für den Pyrit neu.

Über die Eigenschaften der Flächen von den einzelnen Formen lässt sich folgendes anführen:

Das Hexaëder (100), dessen Ausfall bei dem Mineral eine grosse Seltenheit ist, wurde auf allen Krystallen constatiert und zwar bei fünfen in der Form von schmalen Streifen, bei zweien in beträchtlicher Ausdehnung. Sämmtliche Flächen sind mit der charakteristischen Kante von π (210) parallel gestreift.

Die an Pyrit-Krystallen von Brasilien, Cumberland, Siebenbürgen, Traversella,[1] Brosso,[2] Chichilian,[3] respective St. Pierre du Message,[4] Müsen,[5] Langban,[6] Orenburg und der Umgebung Jekaterinburgs[7] beobachtete π (310) Form, besetzt als schmale Streifen, bei einem Krystall zwei Seiten derselben Hexaëder-Fläche.

Das Vorkommen von π (520) erwähnt an dem Mineral Des Cloizeaux,[8] dann wurde sie an Krystallen von Brosso,[9] Böckstein,[10]

---

[1] Lévy A. Description d'une collection de mineraux formée par Henri Heuland. Londres. 1837. Tome troisième. p. 132.

[2] Struever Giovanni. Studi sulla Mineralogia Italiani Pyrite del Piemonte e dell' Elba. Extr. dalle Memorie della Reale Accademia delle Scienze di Torino. Torino. 1869. Serie II. Tom. XXVI. p. 22.

[3] Rath G. von. Mineralogische Mittheilungen (Fortsetzung X. — Schluss.). Annalen der Physik und Chemie. Leipzig. 1872. Fünfte Reihe, XXIV. Bd., p. 583.

[4] Groth P. Minerallagerstätten des Dauphiné. Sitzungsberichte der mathematisch-physikalischen Classe der k. b. Akademie der Wissenschaften zu München. XV. Bd. Jahrg. 1885. München. 1886. p. 379.

[5] Groth P. Die Mineraliensammlung der Kaiser Wilhelms-Universität in Strassburg. Strassburg. 1878. p. 31.

[6] Flink G. Mineralogische Notizen. II. Ref. Zeitschr. für Kryst. und Mineral. Leipzig. 1889. XV. Bd. p. 85.

[7] Jeremejew P. W. Beschreibung einiger Mineralien aus den Goldseifen der Ländereien der orenburgischen Kasaken und Baschkiren. Ref. Zeitschr. für Kryst. und Mineral. Leipzig. 1889. XV. Bd. p. 532.

[8] Des Cloizeaux A. Manuel de minéralogie. Paris. 1862. T. I. p. 6.

[9] Struever G. l. c. p. 22.

[10] Zepharovich V. v. Mineralogische Mittheilungen. Jahresbericht des naturhistorischen Vereines «Lotos» für 1878. Prag. 1878. XXVIII. Jahrgang, p. 29.

Orenburg und Jekaterinburg[1] und an solchen der Saratoga-Mine (Gilpin-County)[2] nachgewiesen. An einem meiner Krystalle liegt sie als schmaler Streifen an einer Hexaëder-Fläche.

Die Kante zwischen der erwähnten Fläche und der entsprechenden von π (210) stumpft eine stark glänzende Facette ab, welche, da sie der Zone $[\bar{2}10.100]$ angehört und mit der Fläche $2\bar{1}0$ einen Winkel von 2°6·2′ bildet, als zur neuen π (11.5.0) Form gehörend eruiert wurde. Die Rechnung resultiert für den Winkel: $2\bar{1}0 : 11.5.0 = 2°7'16''$.

Den Habitus meiner Krystalle bestimmt, durch das Überwiegen der Dimensionen von den Flächen, die an den meisten Pyrit-Vorkommen gemeine π (210) Form. Sämmtliche ihr angehörenden Flächen sind mit der charakteristischen Kante der Form parallel mehr-weniger gestreift, bei zwei Krystallen beobachtete ich ausserdem noch eine gleichlaufende Streifung mit der Combinationskante von 210 und 10.6.1.

Die Flächen der letzt angeführten zwei Krystalle sind aber auch noch dadurch bemerkenswerth, dass sie von gewissen Richtungen betrachtet, eigenthümlich schimmern. Die mikroskopische Untersuchung erläuterte, dass diese Erscheinung vermöge Spiegelung kleiner, der charakteristischen Kante von π (210) parallel gestreckten, aus vier Flächen zusammengesetzten Hügelchen erzeugt wird. Die Bestimmung der Lage dieser Flächen gelang während der goniometrischen Untersuchung der Krystalle, ich überzeugte mich nämlich, dass bei Einstellung der betreffenden Flächen von (010) und π (10.6.1) im ersteren Falle die eine der grösseren, mit der charakteristischen Kante von π (210) parallel liegende Fläche der Hügelchen, im letzteren die zwei seitlichen, dreieckigen, ebenfalls schimmern. Die Hügel bildende vierte bestätigte sich, zu einer in $[210.110]$ Zonentheil liegenden Form gehörend, welche auf einer Pyritoëder-Fläche immer dieselbe ist, auf den identen Flächen des Krystalls aber wechseln kann.

Diese kleinen Flächen stossen mit zwei Pyritoëderflächen

[1] Jeremejew P. W. l. c. p. 532.

[2] Smith W. B. Mineralogical Notes. Ref. Zeitschr. für Kryst. und Mineral. Leipzig. 1890. XVII. Bd., p. 416.

des einen Krystalles unter Winkeln von 3°18·3′, respective 3°16′ zusammen, wodurch die Annahme der Gegenwart von π (740) gerechtfertigt erscheint, da 3°16′ die berechnete Grösse für 210 : 740 ist. Beim zweiten Krystall fallen sie zusammen mit den daran beobachteten Flächen von π (320) und π (13.8.0).

Dass die Hügelchen bildenden Elemente alle mit bekannten Formen in Verbindung gebracht werden können, ist nicht eine alleinstehende Erscheinung, wir müssen ja nur in Betracht ziehen, dass auch die mittels natürlicher Aetzung entstandenen Höhlungen gleichfalls durch solche begrenzt erkannt wurden.[1]

Den Krystallen von Brosso,[2] den knieförmigen des Lillschachtes bei Pržibram[3] und denen von Pesey[4] eigene π (530) Form kommt an meinem Material ebenfalls vor. Sie liegt bei einem Krystall als schmale Facette an π (210) grenzend.

In den Zonen [210.010] und [102.100] des formenreichsten Krystalles grenzen an die entsprechenden Flächen von π (210) sehr glänzende Facetten mit einer Neigung von 5°1·9′ und 4°49·3′. Der durch die Messungen gewonnene Werth bestimmt die neue π(13.8.0) Form, für welche die entsprechende berechnete Grösse 5°2′23″ beträgt.

Diese Form halte ich für um so sicherer bestimmt, da auf einem anderen Theile des Krystalles dieselbe in negativer Stellung ebenfalls vorkommt.

Die eine der gewöhnlichen Formen π (320) traf ich, die Combinationskante zwischen π (13.8.0) und π (430) mit stark glänzender Fläche abstumpfend, an.

Die neue Form π (13.9.0) tritt an zwei Krystallen auf, liegt mit glänzender Fläche bei einem Krystall zwischen π (210) und π(430), beim andern zwischen π (13.8.0) und π (430). Zur Bestimmung des Indexes der Form war die Lage der Flächen in der Zone

[1] Becke F. Natürliche Aetzung an Pyrit, Zinkblende und Magnetit. Mineralog. und petrograph. Mittheilungen. Wien. 1887. IX. Bd., p. 1.

[2] Struever G. l. c. p. 22.

[3] Vrba C. Mineralogische Notizen. Pyrit von Lillschacht in Pržibram. Zeitschr. für Kryst. und Mineral. Leipzig. 1880. IV. Bd., p. 358.

[4] Lacroix A. Minéralogie de la France et de ses Colonies. Paris. 1897. Tome II. p. 588.

[210.010] und die zu (210) gemessenen Winkeln massgebend. Dem, aus der Berechnung gewonnenem Betrage 8°7′49″ gegenüber standen die gemessenen 8°5·5′ und 8°5·2′.

Dieselben zwei Krystalle führen auch die neue π (10.7.0) Form. Der Winkel zu π (210) gemessen ist 8°33·2′ und 8°22·8′, berechnet 8°25′37″.

Bei der gewählten Aufstellung des einen Krystalles kommt zwischen den Flächen 9.0.13 und 304 eine schmale, glänzende Facette zu liegen, deren Winkel zu 102, mittelst Messung, 9°35·4 bestimmt wurde, woraus das Auftreten der Fläche von der neuen Form 11.0.15 ermittelt wurde. Die Rechnung beansprucht für 102 : 11.0.15 den Werth von 9°41′20″.

Eine, an dem Material gewöhnlichere Form, das π (430) führen sechs meiner Krystalle, somit muss sie den charakteristischen Formen zugezählt werden und dies um so mehr, weil auch in Betreff der Dimensionen ihrer Flächen sie sich auszeichnet, ja selbst in einem Falle das π (210) überflügelt. Die Flächen sind mit der Combinationskante von π (210) und π (430) parallel gestreift.

Die von Des Cloizeaux angeführte Form π (540),[1] welche an Krystallen von Brosso[2] mit der an meinem Material auch beobachteten Form π (10.6.1) combiniert vorkommt und welche im Ferneren die Krystalle von St. Pierre du Message,[3] Ordubat[4] und Colorado[5] charakterisiert, stumpft mit kleiner Fläche an den formenreichsten Krystall die Combinationskante zwischen π (430) und π (650).

Den Krystallen von Traversella,[6] St. Pierre du Message,[7]

[1] Des Cloizeaux l. c. p. 6.

[2] Struever G. l. c. p. 20.

[3] Groth P. Die Mineraliensammlung der Kaiser Wilhelms-Universität in Strassburg. Strassburg. 1878. p. 36.

[4] Websky M. Eisenkies von Ordubat. Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft. Berlin. 1879. XXXI. Bd., p. 223.

[5] Ayres E. F. Mineralogische Notizen. Ref. Zeitschr. für Kryst. und Mineral. Leipzig. 1891. XIX. Bd., p. 82.

[6] Struever G. l. c. p. 21.

[7] Rath G. vom. l. c. p. 583.

Müsen,[1] Ordubat,[2] der Saratoga Mine in Gilpin County [3] und von St. Pierre d'Allevard [4] eigenthümliche, erstmalen von Des Cloizeaux [5] angeführte π (650) Form, ist eine der häufigeren an meinen Krystallen, indem sie an vieren, immer durch mehrere Flächen vertreten vorkommt. Selbe sind mit der Combinationskante von π(430) und π (650) ohne Ausnahme, immer parallel gestreift.

An Pyritpseudomorphosen aus den Kreisen von Werchne Uralsk und Orsk[6] ermittelte Form π (870) habe ich als genügend breite Fläche zwischen 506 und 101 angetroffen. Ihre richtige Bestimmung unterstützt der Umstand, dass an demselben Krystall die Form auch in negativer Stellung, sogar mit zwei Flächen vertreten, beobachtet wurde.

Das am Pyrit nicht seltene Rhombdodekaëder (110) gehört an meinem Material ebenfalls zu den charakteristischen Formen. An vier Krystallen fand es sich vor. Die Flächen besitzen aber nur sehr kleine Dimensionen und sind mehr-weniger rauh.

Die nur an Krystallen von Brosso [7] und Langban [8] beobachtete Form π (250) traf ich am formenreichsten meiner Krystalle unter gleichen Umständen wie die in positiver Stellung, nämlich hart an der Grenze einer Hexaëderfläche. Während sie aber dort als schmale Facette auftrat, bildet sie hier eine ziemlich breite trapezförmige Fläche.

Von Breithaupt in die Litteratur eingeführte π (120) Form,[9] die auch am Material von Brosso,[10] Waldenstein,[11] Porkura,[12] Colorado [13] und Arnave [14] beobachtet wurde, bildet die Form zweier

---

[1] Groth P. l. c. p. 32.
[2] Wersky M. l. c. p. 223.
[3] Smith W. B. l. c. 416.
[4] Lacroix A. l. c. p. 590.
[5] Des Cloizeaux A. l. c. p. 6.
[6] Jeremejew P. W. l. c. p. 532.
[7] Struever G. l. c. p. 22.
[8] Flink G. l. c. p. 85.
[9] Breithaupt A. Über das Verhältniss der Formen zu den Mischungen krystallisierter Körper. Journal für praktische Chemie. Leipzig. 1835. IV. Bd., p. 264.
[10] Struever G. l. c. p. 19.
[11] Helmhacker R. Pyrit von Waldenstein in Kärnthen. Mineralogische Mittheilungen von Tschermak. Wien. 1876. p. 17.
[12] Schmidt S. Ásványtani közlemények. Természetrajzi Füzetek. Budapest. 1890. XIII. köt. 86. l.
[13] Ayres E. F. l. c. p. 82.
[14] Lacroix A. l. c. p. 626.

von mir untersuchter Krystalle. In einem Falle ist sie nachbarlich mit der im Obigen angeführten, im anderen sitzt sie als langgezogene dreieckige Fläche theilweise auf der durch den Schnitt der Flächen $\bar{2}\bar{1}0$ und 012 erzeugten Kante.

Die neue π (8.13.0) Form beobachtete ich, wie dies bei der Beschreibung der in positiver Stellung angeführt wurde, mit ihr an demselben Krystall. Ihre Fläche ist sehr schmal. Zur Bestimmung der Form diente die Kenntniss ihrer Lage in der Zone [100.001] und der gemessene Winkel zu 100 gleich 31°33·4′. Der berechnete Winkel für 100 : 13.0.8 ist 31°36′27″.

Die ebenfalls facetteförmige, nur einmal beobachtete Fläche von der neuen Form π (7.11.0), wurde aus der Lage in der Zone [001.102] und den zu 102 gemessenen, 31°3·3′ betragenden Winkel bestimmt. Der berechnete Winkel von 102 : 11.0.7 ist gleich 30°57′50″.

Mit der Form in positiver Stellung am selben Krystall auftretende neue π (11.15.0) bildet einen schmalen Streifen zwischen den Flächen 13.0.8 und 304. Die Lage des Streifens in der Zone [102.100] und die Grösse des gemessenen Winkels 100 : 15.0.11 = 36°15·6′ im Gegensatz zum 36°15′14″ berechneten, bestimmten die Form.

Im Allgemeinen seltene, bis jetzt zuverlässig nur am Material von Brosso bestimmte Form π (560),[1] bildet an einem meiner Krystalle eine ganz schmale Fläche,

An Krystallen von Ordubat auftretende, der Ausbildung nach mit der Vorigen übereinstimmende π (780) Form[2] kommt an zwei Stellen am formenreichsten Krystall vor.

Die Kante zwischen 012 und 011 als schmaler Streifen abstumpfend traf ich, die ebenfalls nur am Material von Ordubat eruierte π (890) Form an.[3]

Das neue π (16.9.1) Dyakisdodekaëder beobachtete ich an zwei Stellen des einen Krystalles und zwar als schmale Fläche in der Zone [102.6.1.10], als fünfeckiges Polygon in der Zone

[1] Struever G. l. c. p. 25.
[2] Websky M. l. c. p. 223.
[3] Websky M. l. c. p. 223.

$[10\bar{2}.6.\bar{1}.10]$. In beiden Fällen sind seine Flächen gut glänzend. Zur Bestimmung der Form diente die Kenntniss ihrer Lage in der letzteren Zone und der zu $6.\bar{1}.10$ gemessene, 2°16·4′ betragende Winkel. Berechnet entspricht ihm 2°23′50″.

Die, von Des Cloizeaux [1] in die Litteratur eingeführte, dem Material von Brosso,[2] Lichtfeld, Selmeczbánya, Cornwall, Mexiko, Dognácska [3] und Müsen [4] eigene Form π (10.6.1) ist eine der charakteristischen meiner Krystalle, nicht nur ihrer Häufigkeit, sondern auch der Grösse ihrer Flächen wegen.

An fünf Individuen nämlich ist sie ausgebildet, des öfteren der beträchtlichen Dimensionen der Flächen zu Folge den Habitus der Krystalle beeinflussend. Die zu ihr gehörenden Flächen sind glatt und sehr glänzend, auf denen eine, mit der Combinationskante von 6.1.10 und 102 parallele Streifung zu den seltenen Fällen gehört.

Das von Des Cloizeaux erwiesene,[5] später am Material von Traversella häufig beobachtete,[6] wie auch an solchen von Colorado [7] ermittelte π (851) Dyakisdodekaëder führen drei Krystalle. Seine Flächen sind ebenso glänzend, wie die der vorigen, bleiben aber, die Grösse betreffend, weit hinter diesen zurück. Ausnahmsweise findet sich auf ihnen eine gleichlaufende Streifung mit der Combinationskante von 021 und 185 vor.

Das an Pyrit häufige (211) Deltoiddodekaëder bildet die Form sämmtlicher Krystalle, die Dimensionen der ausserordentlich glänzenden Flächen sind aber immer beschränkt.

Viel seltener ist, mit kleinen, glänzenden Flächen auftretend, das (221) Triakisoktaëder, welches nur an zwei Krystallen

[1] Des Cloizeaux A. l. c. p. 6.

[2] Struever G. l. c. p. 25.

[3] Rose G. Über den Zusammenhang zwischen hemiëdrischer Krystallform und thermo-elektrischen Verhalten beim Eisenkies und Kobaltglanz. Annalen der Physik und Chemie. Leipzig. 1871. Fünfte Reihe. XII. Bd., p. 1.

[4] Groth P. l. c. p. 32.

[5] Des Cloizeaux A. l. c. p. 5.

[6] Struever G. l. c. p. 25.

[7] Ayres E. F. l. c. p. 82.

beobachtet wurde. Mit dieser Form in Combination war beständig das π (851).

An den Pyritkrystallen diverser Fundorte häufig beobachtete (111) Oktaëder führen von meinen Krystallen fünf. Seine Flächen sind sehr glänzend, aber von geringer Ausdehnung.

Bei der Beschreibung der untersuchten Krystalle werden die bestimmten Formen ihrer Grösse nach, von den Beträchtlicheren zu den Geringeren übergehend, angeführt.

1. Krystall.

(Tafel 1. Figur 1.)

Die grösste Dimension des Krystallfragmentes beträgt 2 mm. Folgende Formen wurden ermittelt:

π (210)
(100)
π (10.6.1)
(211)
(111)
π (650)
(110)

An diesem Krystall fehlt die allen andern eigene π (430) Form, auf den Flächen von π (210) sitzen aus den Formen (100), π (10.6.1) und π (740) gebildete Hügelchen.

Zur Bestimmung der Formen verfügte ich über folgende Winkelwerthe:

(210) : (110)	=	18°31·8′ obs.	18°26′ 6″ calc.
(210) : (650)	=	13 18·4	13 14 26
(210) : ($2\bar{1}0$)	=	53 5·3	53 7 48
(210) : (102)	=	66 23·0	66 25 19
(210) : (10.6.1)	=	6 45·4	6 34 55
(210) : (111)	=	39 26·1	39 13 53
(210) : ($2\bar{1}1$)	=	56 47·2	56 47 21

(210) : (121)	=	43° 9·5′ obs.	43° 5′ 19″ calc.
(210) : (211)	=	24 3·3	24 5 41
(211) : (111)	=	19 27·8	19 28 16
(211) : (100)	=	35 16·2	35 15 52
(211) : (6.1.10)	=	36 26·7	36 39 28
(121) : (101)	=	54 45·1	54 44 8
(121) : ($\bar{1}$11)	=	61 43·9	61 52 28
(111) : (001)	=	54 43·6	54 44 8
($\bar{1}$11) : (10.6.1)	=	98 6·0	98 30 35

2. Krystall.

(Tafel 1. Figur 2.)

An den, in der Richtung der grössten Dimension 1 mm. messenden Krystall sind die bestimmten Formen:

π (210)
(100)
(211)
(111)
π (430)
(212)
π (851)

Das π (851) Dyakisdodekaëder tritt mit fünf Flächen auf.

Die Combination des Krystalles bestimmten die folgenden Winkelwerthe:

(210) : (2$\bar{1}$0)	=	53° 3·9′ obs.	53° 7·48″ calc.
(210) : (100)	=	26 32·0	26 33·54
(210) : (001)	=	89 56·6	90 0· 0
(210) : (102)	=	66 23·6	66 25·19
(210) : (430)	=	10 21·8	10 18·18
(210) : (211)	=	24 2·9	24 5·41
(210) : (121)	=	43 4·1	43 5·19
(210) : (851)	=	7 55·5	8 7·48

$(210):(212)$	$= 41\ 47{\cdot}9'$ obs.	$41°48'37''$	calc.
$(210):(221)$	$= 26\ 31{\cdot}2$	$26\ 33\ 54$	
$(210):(\bar{1}11)$	$=104\ 58{\cdot}0$	$104\ 57\ 48$	
$(430):(100)$	$= 37\ 2{\cdot}7$	$36\ 52\ 12$	
$(112):(1\bar{1}2)$	$= 48\ 7{\cdot}8$	$48\ 11\ 22$	
$(112):(010)$	$= 65\ 57{\cdot}6$	$65\ 54\ 19$	
$(112):(001)$	$= 35\ 13{\cdot}2$	$35\ 15\ 52$	
$(112):(111)$	$= 19\ 26{\cdot}1$	$19\ 28\ 16$	
$(\bar{2}11):(851)$	$= 18\ 55{\cdot}5$	$18\ 47\ 9$	
$(221):(001)$	$= 70\ 26{\cdot}5$	$70\ 31\ 44$	
$(221):(111)$	$= 15\ 49{\cdot}9$	$15\ 47\ 35$	
$(221):(22\bar{1})$	$= 38\ 52{\cdot}9$	$38\ 56\ 32$	
$(221):(851)$	$= 18\ 35{\cdot}8$	$18\ 26\ 6$	
$(111):(1\bar{1}1)$	$= 70\ 30{\cdot}8$	$70\ 31\ 44$	

8. Krystall.

(Tafel I. Figur 3.)

Die Combination bilden die Formen:

π (210)
(100)
π (10.6.1)
π (851)
π (430)
(211)
π (201)

Die $(0\bar{1}2)$ Fläche der negativen Form bestimmen die W kelwerthe.

$(0\bar{1}2):(0\bar{4}3)$	$= 26°45{\cdot}2'$ obs.	$26°33'54''$	calc.
$(0\bar{1}2):(0\bar{2}1)$	$= 36\ 59{\cdot}4$	$36\ 52\ 12$	
$(0\bar{1}2):(6.\bar{1}.10)$	$= 36\ 33{\cdot}8$	$36\ 38\ 35$	
$(0\bar{1}2):(304)$	$= 44\ 16{\cdot}2$	$44\ 18\ 45$	
$(0\bar{1}2):(\bar{4}30)$	$= 74\ 28{\cdot}2$	$74\ 26\ 7$	

Die in Combination auftretenden anderweitigen wurden aus den folgenden Winkelgrössen ermittelt:

(210) : (100)	=	26°	31·6′	obs.	26°	33′	54″ calc.
(210) : (210)	=	53	6·4		53	7	48
(210) : (430)	=	10	17·2		10	18	18
(210) : (121)	=	43	13·9		43	5	19
(210) : (211)	=	24	0·4		24	5	41
(210) : (102)	=	66	26·8		66	25	19
(210) : (185)	=	61	45·3		61	52	28
(210) : (6.1.10)	=	60	13·2		60	13	4
(210) : (851)	=	8	5·0		8	7	48
(210) : (10.6.1)	=	6	39·1		6	34	55
(211) : (001)	=	65	52·1		65	54	19
(211) : (851)	=	18	36·4		18	47	9
(211) : (10.6.1)	=	19	42·9		19	39	19
(211) : (6.1.10)	=	36	28·1		36	39	28
(211) : (185)	=	50	3·9		49	47	49
(430) : (851)	=	7	38·1		7	45	30
(430) : (10.6.1)	=	7	42·4		7	40	9
(6.1.10) : (1.10.6)	=	56	11·1		56	18	25

4. Krystall.

(Tafel I. Figur 4.)

Die grösste Dimension des Krystalles ist 2 mm.
Er bildet die Combination folgender Formen:

π (210)
(100)
(111)
π (10.6.1)
(211)
π (430)
π (650)
(110)

Auf den zu π (210) gehörenden Flächen sind aus de Flächen von π (10.6.1), (100) und π (740) zusammengesetz Hügelchen.

Die Fläche von (110) ist etwas rauh.

Folgende Winkelwerthe bestimmten die Combination:

(210) : (010)	=	63°	26·0′	obs.	63°	26′	6″ calc.
(210) : (430)	=	10	18·8		10	18	18
(210) : (650)	=	13	16·6		13	14	26
(210) : (110)	=	18	40·1		18	26	6
(210) : (102)	=	66	20·3		66	25	19
(210) : (112)	=	56	46·5		56	47	21
(210) : (211)	=	24	5·9		24	5	41
(210) : (001)	=	90	0·3		90	0	0
(210) : (10.6.1)	=	6	33·8		6	34	55
(210) : (6.1.10)	=	60	17·1		60	13	4
(210) : (111)	=	39	13·0		39	13	53
(100) : (010)	=	89	55·1		90	0	0
(100) : (121)	=	65	52·0		65	54	19
(112) : (1$\bar{1}$2)	=	48	17·4		48	11	22
(430) : (650)	=	2	57·8		2	56	8
(110) : (100)	=	44	43·5		45	0	0

5. Krystall.

(Tafel II. Figur 1.)

In der Richtung der grössten Dimension ist der Krysta 1·2 mm. lang.

Die Liste der bestimmten Formen ist:

π (210)
(100)
(211)
π (851)
(212)
(111)

π (430)
π (530)
π (310)

Die Bestimmung der Formen wurde auf Grund folgender Winkelwerthe ausgeführt:

(210) : (100)	=	26°33·9	obs.	26°	33′	54″ calc.
(210) : (430)	=	10 23·3		10	18	18
(210) : (530)	=	4 28·7		4	23	56
(210) : (310)	=	8 12·9		8	7	48
(210) : ($2\bar{1}0$)	=	53 7·9		53	7	48
(210) : (211)	=	24 1·1		24	5	41
(210) : (121)	=	43 10·9		43	5	19
(210) : (112)	=	56 42·8		56	47	21
(210) : (021)	=	66 18·4		66	25	19
(210) : (111)	=	39 12·0		39	13	53
(210) : (212)	=	41 44·6		41	48	37
(210) : (851)	=	8 14·4		8	7	48
(211) : (212)	=	17 43·1		17	42	56
(122) : (185)	=	18 30·8		18	26	6

6. Krystall.

(Tafel II. Figur 2.)

Die grösste Dimension des Krystallfragmentes beträgt 1·7 mm.

Die Combination setzen die Formen zusammen:

π (430)
π (210)
π (10.6.1)
(111)
(211)
(100)
(110)
π (520)
π (650)

π (10.7.0)
π (13.9.0)
π (560)
π (11.5.0)
π (7.11.0)

Dies ist das Individuum, welches durch das in der Einleitung erwähnte grossflächige π (430) besonders ausgezeichnet ist. Von beträchtlicher Grösse sind auch noch die Flächen der Formen π (10.6.1) und (111). π (560) und (110) sind etwas rauh.

Die Formen wurden aus folgenden gemessenen Winkelgrössen ermittelt:

(210) : (100)	=	26°31·5′ obs.	26°33′54″ calc.
(210) : ($2\bar{1}0$)	=	53 4·9	53 7 48
(210) : (650)	=	13 16·9	13 14 26
(210) : (430)	=	10 20·6	10 18 18
(210) : (520)	=	4 38·3	4 45 49
(210) : (560)	=	23 33·5	23 37 46
(210) : (110)	=	18 27·0	18 26 6
(210) : (102)	=	66 25·4	66 25 19
(210) : (11.5.0)	=	50 53·8	51 0 33
(210) : (7.11.0)	=	31 3·3	30 57 50
(210) : (111)	=	39 11·7	39 13 53
(210) : (10.6.1)	=	6 29·2	6 34 55
(430) : (10.7.0)	=	1 47·3	1 52 40
(430) : (13.9.0)	=	2 15·2	2 10 29
(430) : (10.6.1)	=	7 39·6	7 40 9
(430) : (121)	=	35 41·0	35 15 52
(211) : (111)	=	19 29·7	19 28 16
(211) : (100)	=	35 13·5	35 15 52
(111) : (100)	=	54 46·1	54 44 8
(111) : (1.10.6)	=	33 1·2	33 0 46
(1.10.6) : (100)	=	85 6·1	85 5 56
(1.10.6) : (112)	=	36 42·0	36 39 28
(1.10.6) : (10.6.1)	=	56 16·7	56 18 25
(1.10.6) : (1.10.6)	=	9 42·3	9 48 8

7. Krystall.

(Tafel I. Figur 5.)

Der grösste der untersuchten Krystalle, da seine Länge in einer Richtung bis 4 mm. misst, aber auch zugleich der formenreichste, weil nicht weniger als 21 Formen daran beobachtet wurden. Diese sind:

π (210)	π (540)
π (10.6.1)	π (10.7.0)
π (430)	π (870)
(100)	(110)
(211)	π (890)
π (15.11.0)	π (120)
π (320)	π (250)
π (16.9.1)	π (11.15.0)
π (650)	π (780)
π (13.8.0)	π (8.13.0)
π (13.9.0)	

Die Flächen von π (210) sind einerseits mit der charakteristischen Kante, anderseits mit der Combinationskante von ihnen und der am nächsten liegenden Fläche von π (10.6.1) parallel gestreift. Letztere Streifung zieht sich auch auf die Flächen von π (10.6.1) hinüber.

Auf den Flächen von π (210) sitzen Hügelchen, welche von solchen der π (10.6.1), (010) und π (13.8.0) oder π (320) Formen gebildet sind.

Die Tabelle der Winkelwerthe ist folgende:

(210) : (430)	=	10°	14·6′	obs.	10°	18′	18″ calc.
(210) : (010)	=	63	23·0		63	26	6
(210) : (320)	=	7	2·7		7	7	30
(210) : (15.11.0)	=	9	35·4		9	41	20
(210) : (650)	=	13	12·4		13	14	26
(210) : (13.8.0)	=	5	1·9		5	2	33

(210) : (13.9.0)	=	8° 5·2′ obs.	8° 7′ 49″ calc.
(210) : (540)	=	12 0·5	12 5 41
(210) : (10.7.0)	=	8 22·8	8 25 7
(210) : (870)	=	14 26·3	14 37 15
(210) : (110)	=	18 22·8	18 26 6
(210) : (102)	=	66 17·5	66 25 19
(210) : (10.6.1)	=	6 36·6	6 34 55
(210) : (6.1.10)	=	60 13·0	60 13 4
(210) : (16.9.1)	=	4 14·4	4 11 6
(430) : (890)	=	11 22·2	11 29 48
(430) : (120)	=	26 37·1	26 33 54
(430) : (250)	=	31 13·9	31 19 43
(430) : (11.15.0)	=	16 48·5	16 52 34
(430) : (780)	=	11 50·8	11 56 39
(430) : (8.13.0)	=	21 30·7	21 31 21
(430) : (10.6.1)	=	7 55·1	7 40 10
(211) : (6.1.10)	=	36 41·6	36 39 28
(211) : (10.6.1)	=	19 32·7	19 39 19
(10.6.1) : (6.1.10)	=	56 11·0	56 18 25
(10.6.1) : (16.9.1)	=	2 16·4	2 23 49

*

Bei den zwei untersuchten Zwillingskrystallen ist, wie er wähnt wurde, die Zwillingsfläche eine des Rhomboëders und d die beiden Individuen vollständig durchwachsen sind, bilden si die sogenannten Zwillinge des eisernen Kreuzes.

16 Formen wurden an ihnen beobachtet, und zwar:

Hexaëder		(100)	$\infty O \infty$
Pentagondodekaëder	π	(310)	$\infty O \frac{3}{2}$
	π	(520)	$\infty O \frac{5}{2}$
	π	(940)	$\infty O \frac{9}{4}$
	π	(210)	$\infty O 2$

	$^*\pi$ (950)	$\left[\frac{\infty O^{9/5}}{2}\right]$
	π (13.8.0)	$\left[\frac{\infty O^{13/8}}{2}\right]$
	π (13.9.0)	$\left[\frac{\infty O^{13/9}}{2}\right]$
	π (430)	$\left[\frac{\infty O^{4/3}}{2}\right]$
	$^*\pi$ (970)	$\left[\frac{\infty O^{9/7}}{2}\right]$
Dyakisdodekaëder	π (16.9.1)	$\left[\frac{16 O^{16/9}}{2}\right]$
	π (10.6.1)	$\left[\frac{10 O^{5/3}}{2}\right]$
	π (851)	$\left[\frac{8 O^{8/5}}{2}\right]$
Deltoiddodekaëder	(211)	$2O2$
Triakisoktaëder	(221)	$2O$
Oktaëder	(111)	O

Von diesen sind die für den Pyrit neuen Formen mit einem * versehen: π (13.8.0), π (13.9.0) und π (16.9.1) aber an den einfachen Krystallen zum ersten Male beschriebene.

1. Krystall.

(Tafel II. Figur 3.

Die grösste Dimension des Krystallfragmentes beträgt beiläufig 2 mm.

Seinen Habitus bestimmen π (210) und π (210). Die Combination bildenden weiteren Formen, sind ihrer Grösse nach in abnehmender Reihe folgende, und zwar:

bei dem einen Individuum	bei dem zweiten Individuum
π (210)	π ($\bar{2}10$)
(211)	($\bar{2}\bar{1}1$)
π (940)	π ($\bar{9}40$)
(100)	($\bar{1}00$)
π (520)	π ($\bar{5}20$)
π (851)	π ($\bar{8}51$)
(111)	($\bar{1}\bar{1}1$)
π (430)	π ($\bar{4}30$)
(221)	
π (310)	

Von π (210) und π ($\bar{2}10$) sind die Flächen mit der charakteristischen Kante der Form parallel fein gestreift, die von (211), ($\bar{2}11$), π (851), π ($\bar{8}51$), (111), ($\bar{1}\bar{1}1$), π (430), π ($\bar{4}30$) und (221) glatt und glänzend.

Auf den Flächen von (100) und ($\bar{1}00$) ist mit der, auf π (210), respective π ($\bar{2}10$) beobachteten, eine gleichlaufende Streifung constatiert worden.

Die π (940), π (520), π ($\bar{5}20$) und π (310) Formen treten in Gestalt von Facetten in oscillatorischer Stellung mit π (210) und π ($\bar{2}10$) auf.

Als Winkelwerthe der Combinationen bildenden Formen kann ich folgende anführen:

	obs.	calc.
(210) : (100) =	26°36·5′	26°33′54″
($\bar{2}10$) : ($\bar{1}00$) =	26 33·8	
(210) : ($\bar{4}30$) =	10 18·0	10 18 18
($\bar{2}10$) : ($\bar{4}30$) =	10 18·3	
(210) : ($\bar{5}20$) =	4 46·1	4 45 50
($\bar{2}10$) : ($\bar{5}20$) =	4 44·3	
(210) : ($\bar{9}40$) =	2 27·3	2 36 9
($\bar{2}10$) : ($\bar{9}40$) =	2 43·1	
(210) : ($\bar{3}10$) =	8 4·0	8 7 48
(210) : ($2\bar{1}0$) =	53 9·3	53 7 48
($\bar{2}10$) : ($2\bar{1}0$) =	53 7·1	

$(\bar{2}10) : (102) = 66\ 17{\cdot}7$		
$(\bar{2}10) : (10\bar{2}) = 66\ 22{\cdot}4$	$66\ 25\ 19$	
$(\bar{2}\bar{1}0) : (\bar{8}\bar{5}1) = 7\ 59{\cdot}7$		
$(\bar{2}10) : (\bar{8}51) = 8\ 10{\cdot}3$	$8\ 7\ 49$	
$(\bar{2}\bar{1}0) : (\bar{5}1\bar{8}) = 58\ 40{\cdot}6$		
$(\bar{2}10) : (\bar{5}18) = 58\ 42{\cdot}2$	$58\ 45\ 55$	
$(\bar{2}\bar{1}0) : (\bar{1}\bar{8}5) = 62\ 3{\cdot}1$	$61\ 52\ 28$	
$(\bar{2}10) : (\bar{2}21) = 26\ 11{\cdot}2$	$26\ 33\ 54$	
$(\bar{2}10) : (\bar{1}11) = 39\ 8{\cdot}1$		
$(\bar{2}10) : (\bar{1}11) = 39\ 10{\cdot}7$	$39\ 13\ 53$	
$(\bar{2}\bar{1}0) : (\bar{2}\bar{1}1) = 23\ 59{\cdot}5$		
$(\bar{2}10) : (\bar{2}11) = 23\ 59{\cdot}9$	$24\ 5\ 41$	
$(\bar{2}\bar{1}0) : (\bar{1}\bar{1}2) = 56\ 48{\cdot}3$		
$(\bar{2}10) : (\bar{1}12) = 56\ 49{\cdot}9$	$56\ 47\ 21$	
$(\bar{2}\bar{1}\bar{1}) : (0\bar{1}0) = 65\ 58{\cdot}0$		
$(\bar{2}11) : (0\bar{1}0) = 65\ 48{\cdot}3$	$65\ 54\ 19$	
$(\bar{2}\bar{1}\bar{1}) : (\bar{1}00) = 35\ 21{\cdot}8$		
$(\bar{2}11) : (\bar{1}00) = 35\ 9{\cdot}1$	$35\ 15\ 52$	
$(\bar{2}\bar{1}\bar{1}) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1}) = 19\ 29{\cdot}1$	$19\ 28\ 16$	
$(\bar{2}11) : (\bar{8}51) = 18\ 50{\cdot}1$		
$(\bar{2}\bar{1}\bar{1}) : (\bar{8}\bar{5}1) = 18\ 46{\cdot}2$	$18\ 47\ 9$	
$(\bar{2}11) : (\bar{5}18) = 35\ 13{\cdot}7$	$35\ 9\ 6$	
$(\bar{8}51) : (\bar{2}21) = 18\ 19{\cdot}3$	$18\ 26\ 6$	
$(\bar{8}51) : (\bar{5}18) = 54\ 7{\cdot}6$		
$(\bar{8}51) : (\bar{5}18) = 53\ 49{\cdot}3$	$53\ 55\ 19$	
$(\bar{8}\bar{5}1) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1}) = 31\ 31{\cdot}5$	$31\ 34\ 7$	
$(\bar{1}11) : (\bar{1}00) = 54\ 51{\cdot}0$		
$(\bar{1}11) : (\bar{1}00) = 54\ 38{\cdot}2$	$54\ 44\ 8$	
$(\bar{4}\bar{3}0) : (\bar{9}\bar{4}0) = 13\ 4{\cdot}7$	$12\ 54\ 27$	
$(0\bar{2}\bar{1}) : (\bar{1}00) = 26\ 37{\cdot}0$	$26\ 33\ 54$	
$(\bar{2}10) : (\bar{4}30) = 26\ 25{\cdot}5$	$26\ 33\ 54$	
$(\bar{2}\bar{1}0) : (\bar{9}40) = 39\ 23{\cdot}5$	$39\ 28\ 21$	
$(\bar{2}10) : (\bar{3}10) = 44\ 50{\cdot}2$	$45\ 0\ 0$	
$(\bar{2}10) : (\bar{2}\bar{1}0) = 90\ 2{\cdot}9$	$90\ 0\ 0$	
$(\bar{2}10) : (\bar{5}20) = 85\ 12{\cdot}6$	$85\ 14\ 10$	
$(\bar{2}\bar{1}0) : (\bar{2}21) = 26\ 25{\cdot}7$	$26\ 33\ 54$	
$(\bar{2}10) : (\bar{2}11) = 42\ 59{\cdot}3$	$43\ 5\ 19$	

$(\bar{2}10) : (\bar{5}18)$	=	70	37	7		70	43	56
$(\bar{2}\bar{1}0) : (\bar{8}51)$	=	31	56	2		31	56	53
$(\bar{1}\bar{0}2) : (\bar{5}18)$	=	44	45	5		45	0	0
$(0\bar{1}\bar{2}) : (\bar{8}5\bar{1})$	=	61	47	6		61	52	28
$(02\bar{1}) : (\bar{8}5\bar{1})$	=	36	44	9		36	44	14
$(\bar{2}\bar{1}0) : (10\bar{2})$	=	78	22	1		78	27	46
$(10\bar{2}) : (\bar{1}0\bar{2})$	=	36	50	6		36	52	12
$(00\bar{1}) : (\bar{1}00)$	=	90	0	1		90	0	0
$(30\bar{4}) : (00\bar{1})$	=	36	56	7		36	52	12
$(04\bar{3}) : (\bar{3}0\bar{4})$	=	16	5	3		16	15	36

2. Krystall.

(Tafel II. Figur 4.)

Das, der grössten Dimension nach 3 mm. betragende Krystallfragment ist aus zwei vollständig durchwachsenen Individuen zusammengesetzt. Ihren Habitus bestimmen die Formen π (210) und π ($\bar{2}10$). In den Combinationen beobachtete fernere Formen treten nur mit ganz untergeordneten Flächen auf.

Die ermittelten Formen sind:

bei einen Individuum	beim anderen Individuum
π (210)	π ($\bar{2}10$)
(100)	($\bar{1}00$)
π (430)	π ($\bar{4}\bar{3}0$)
(211)	π ($\bar{1}0.\bar{6}.1$)
	π ($\bar{9}50$)
	π ($\bar{1}3.\bar{8}.0$)
	π ($\bar{1}3.\bar{9}.0$)
	π ($\bar{9}70$)
	π ($\bar{1}6.\bar{9}.1$)

Die 210 und $2\bar{1}0$ Flächen des ersten Individuums sind mit der charakteristischen Kante des Pyritoëders und mit der Combinationskante von derselben Form und π (10.6.1) parallel sehr deutlich gestreift, weniger gelang zur Geltung eine auf die charakte-

ristische Kante normale Streifung; 102 und $10\bar{2}$ sind glatt. Der charakteristischen Kante des Pyritoëders gleichlaufende Streifung führen auch die Hexaëderflächen; 304 und $2\bar{1}\bar{1}$ sind glatt.

Die Flächen von π (210) des zweiten Individuums sind, beim ersten angeführte Richtungen einhaltend, ohne Ausnahme alle gestreift, nur ist bei diesen die auf die charakteristische Kante des Pyritoëders normale Streifung an Stärke den anderen gleich. Zu (100) und π (430) gehörende Flächen theilen die beim ersten Individuum beschriebenen Eigenschaften. Die kleinen Flächen von π (10.6.1) sind glatt und glänzend, wie auch die der vier Pentagondodekaëder und die des π (16.9.1).

Die neuen Formen π (950) und π (970) bestimmte ihre Lage in der Zone $\overline{010.02\bar{1}}$ und die gemessenen Winkeln zu 021, respective $02\bar{1}$ von den Grössen 2°31·0′ und 11°18·3′. Ihnen entsprechende, gerechnete sind:

$$\begin{aligned} 021 : 095 &= 2°29′23″ \\ 02\bar{1} : 09\bar{7} &= 11\ 18\ 36. \end{aligned}$$

Auf die anderen Formen bezügliche Winkelwerthe seien angeführt:

(210) : (100)	= 26°33·6′ obs.	26°33′ 54″	calc.
(210) : (430)	= 10 20·4	10 18 18	
(210) : (102)	= 66 23·4	66 25 19	
(210) : (211)	= 23 51·7	24 5 41	
(430) : (100)	= 36 51·2	36 52 12	
(100) : (001)	= 89 49·9	90 0 0	
(021) : (043)	= 10 11·5	10 18 18	
$(02\bar{1}) : (0.13.\bar{8})$	= 5 4·1	5 2 33	
$(02\bar{1}) : (0.13.\bar{9})$	= 8 5·7	8 7 49	
$(02\bar{1}) : (021)$	= 53 7·6	53 7 48	
$(02\bar{1}) : (0.13.9)$	= 61 13·5	61 15 37	
$(02\bar{1}) : (043)$	= 63 19·8	63 26 6	
$(\underline{210}) : (\underline{10.6.1})$	= 6 31·6	6 34 55	

$(\bar{2}10) : (16.9.1) =$	4 17·0	4 11 6
$(\bar{1}.\bar{1}0.6) : (\bar{1}.16.9) =$	2 25·2	2 23 49
$(10\bar{2}) : (09\bar{7}) =$	25 28·3	25 33 36
$(10\bar{2}) : (0.13.\bar{8}) =$	31 44·6	31 49 39
$(10\bar{2}) : (09\bar{5}) =$	34 11·6	34 22 49
$(10\bar{2}) : (02\bar{1}) =$	89 56·2	90 0 0
$(10\bar{2}) : (09\bar{5}) =$	92 27·7	92 29 23
$(10\bar{2}) : (0.13.9) =$	98 12·1	98 7 49
$(10\bar{2}) : (04\bar{3}) =$	100 6·4	100 18 18
$(\bar{2}10) : (\bar{2}10) =$	36 41·2	36 52 12

Schlussfolgerungen.

Die aus dem Trachyt des Kronprinz Ferdinand-Stollen von Bélabánya gebrochenen Pyrit-Krystalle sind einfache und Zwillinge.

Von den untersuchten sieben einfachen führen drei gleichzeitig Formen in positiver und negativer Stellung. Bei den Zwillingen ist die Zwillingsfläche eine des Rhombdodekaëders.

An sämmtlichen Krystallen wurden 33 Formen beobachtet und zwar:

1 Hexaëder,
17 Pentagondodekaëder in positiver Stellung,
8 Pentagondodekaëder in negativer Stellung,
1 Rhombdodekaëder,
3 Dyakisdodekaëder in positiver Stellung,
1 Deltoiddodekaëder,
1 Triakisoktaëder,
1 Oktaëder.

Sieben Pentagondodekaëder in positiver Stellung und drei in negativer, als auch ein Dyakisdodekaëder sind für das Material neue Formen.

Der Grösse und Häufigkeit ihrer Flächen zu Folge bestimmt den Charakter der Krystalle die Form π (210), neben ihr treten constant, aber meistens nur mit minder grossen Flächen (100)

und (211) auf. Häufig und wegen der Grösse der Flächen die Form der Krystalle beeinflussend sind π (430), π (10.6.1), hingegen unbedeutende Veränderungen der Combinationen erzeugen π (520), π (13.9.0), (110), π (851), (221) und (111). Seltener und von geringerer Rolle sind π (310), π (13.8.0), π (10.7.0), π (120) und π (16.9.1), die übrigen 17 wurden immer nur an einem Krystall beobachtet.

Die meisten der Pentagondodekaëder sowohl in positiver, als auch negativer Stellung kommen zwischen die Pyritoëder und ihr zunächst befindliche Rhombdodekaëder-Fläche zu liegen, die drei Dyakisdodekaëder fallen in die Zone, welche durch π (210) und die in derselben Octante am entferntesten liegenden Rhombdodekaëder-Fläche bestimmt ist.

Das gleichzeitige Auftreten von π (10.6.1) und π (16.9.1) und dem Triakisoktaëder scheint, da letztere Form bei drei Krystallen immer nur mit π (851) combiniert angetroffen wird, beim Pyrit von Bélabánya sich auszuschliessen, hingegen das Auftreten von π (851) des Triakisoktaëders Ausbildung nicht im Gefolge zu führen scheint.

Die Thatsache, dass neben Formen in positiver Stellung bei zweien meiner Krystalle auch negativ gestellte in grosser Anzahl beobachtet wurden, macht die Annahme wahrscheinlicher, diese für Zwillinge zu halten, deren Individuen in paralleler Stellung zusammengewachsen sind. Zur Begründung dieser Ansicht gelang es mir aber nicht an den kleinen Krystallen Stützpunkte zu finden.

*

Meine Untersuchungen führte ich mit Erlaubniss des Herrn Professor Dr. Joseph Krenner's im Mineralogischen Institut der Universität aus, das Material überliess mir mit bekannter Zuvorkommenheit der Montangeolog von Selmeczbánya (Schemnitz), Herr kgl. ung. Bergrath Ludwig Cseh de Szentkatolna, wofür ich genannten Herren meinen Dank hier auszusprechen als angenehme Pflicht erachte.

18.

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE ENTWICKELUNG DER NASE UND IHRER NEBENHÖHLEN.

Von Dr. GÉZA v. MIHALKOVICS.

Professor der Anatomie an der königl. ung. Universität zu Budapest, ord. Mitglied der ung. Akademie der Wissenschaften.

Vorgetragen in der Sitzung der Akademie am 16. März 1896.

Aus «Mathematikai és Természettudományi Értesitő» (Math. und Naturwiss. Anzeiger der Akademie) Band XIV, pp. 56—84. 1896.

An drei Wochen alten menschlichen Embryonen unterscheidet sich die Form des Kopfes wesentlich von den späteren Zuständen: unter dem sich hervorwölbenden Stirnwulst liegt die primäre Mundhöhle (stomadæum), welche von beiden Seiten durch die Oberkieferfortsätze und den bogenförmig gekrümmten Unterkieferbogen umgeben ist. Ueber der Mundhöhle liegt das Mesenchym der Siebbeinregion.

In dieser Zeit besteht die Siebbeinanlage noch aus wenig embryonalem Bindegewebe (mesenchym), das von aussen her vom Stirnwulst auf die Decke der primären Mundhöhle sich erstreckendem Epithel bedeckt wird; von dieser Stelle her beginnt die Entwickelung der Nasenhöhle. Dort verdickt sich das Epithel am Anfang der dritten Woche zu beiden Seiten in einem ovalen Gebiete und wird zu dem Riechfeld (*area nasalis*, His.);* die Länge der Verdickung beträgt 0·5 mm, die Breite 0·2 mm. Die zwischen den Riechfeldern liegende breite Substanzbrücke erstreckt sich vom Stirnwulst bis an die Decke der Mundhöhle und Basis des Vorder-

* His W., Anatomie menschlicher Embryonen, III. Leipzig, 1885.

hirns; aus dieser Mesenchymanlage entwickelt sich die Sphenoidalregion des Schädels. Der Umstand, dass das Geruchsorgan eben so paarig angelegt wird, wie Auge und Gehör, hat zur Folge, dass zwei selbständige Geruchshöhlen vorhanden sind; wegen der später eintretenden Aneinanderlegung der beiden Hälften in Folge der sich verdünnenden Scheidewand pflegt man aber nur von einer aus zwei gleichen Theilen bestehenden Nasenhöhle zu sprechen.

Die Nasenhöhle eines jeden Wirbelthieres ist doppelt, sogar die des Petromyzon, welcher zwar scheinbar ein gemeinsames Riechfeld hat, aber durch einen Epithelstreifen * in der Medianlinie in zwei Theile geteilt wird; abgesehen davon spricht der paarige Riechnerv im Embryo für die doppelte Anlage der Riechorgane im Petromyzon.

Um das Riechfeld herum erhebt sich dessen Peripherie alsbald wallförmig, und das verdickte Epithel kommt in eine Vertiefung zu liegen (Ende der 3. Woche, Länge 8—9 mm), die seit Baer ** Nasen- oder Riechgrube *(fossa olfactoria)* genannt wird. Diese ist von länglich-ovaler Gestalt, deren gegen die Mundhöhle gekehrte Ränder niederer sind. An der medialen Seite der Riechgrube erscheint sehr früh eine kleine Epitheleinstülpung, die erste Anlage des Jacobson'schen Organes (organum vomeronasale [Jacobsoni]).

Anfangs liegen die Riechgruben frei am Stirnpol des Kopfes, fast in gleicher Höhe mit den Augen; ihre Oberfläche ist nicht nach vorne, sondern lateral gewendet, also auf den erwachsenen Zustand bezogen liegen dieselben an jenen Stellen, die der Jochbeingegend entsprechen, während die Augen beiläufig in der Schläfegegend angebracht sind. Durch die Riechgrube und die vom Auge herabziehende Thränennasenfurche *(sulcus nasolacrimalis)* wird das Gesicht in drei Felder getheilt: in ein mittleres, unpaariges und zwei laterale paarige; das sind Anlagen der Nasen- oder Stirnfortsätze *(processus nasales)*, doch im Anfange sind sie noch wenig differenziert, und aus diesem Grunde werden sie ihren

* Ayers H., Journal of Morphology, IV. 1890.

** Baer: Entwickelungsgeschichte der Thiere, Bd. I.

Namen erst dann verdienen, wenn die Riechgrube in die Tiefe der Gesichtsanlage versenkt wurde.

In der 4. Woche werden die Ränder der Riechgrube zu höheren Falten, und gleichzeitig vermehrt sich das anliegende Bindegewebe, wodurch die Grube von der Oberfläche abgedrängt wird; dann ist aus der länglich-ovalen Grube eine plattgedrückte längliche Vertiefung geworden, die man Nasentasche *(saccus nasalis)* nennen kann. Diese kommt nicht durch actives Hinaufwachsen an die Basis des Schädels zu liegen, sondern die primäre

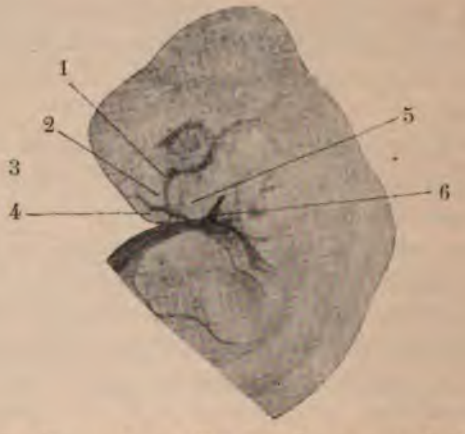


Fig. 1. Kopf eines 20 mm. langen Katzenembryos von der Seite betrachtet. Lupenvergrösserung. 1. Thränennasenfurche. 2. Seitlicher Nasenfortsatz. 3. Äusseres Nasenloch. 4. Innerer Nasenfortsatz. 5. Oberkieferfortsatz. 6. Mandibularbogen.

Riechgrube behält ihre ursprüngliche Nachbarschaft zum Vorderhirn, und nur durch die Vermehrung des umliegenden Bindegewebes kam die Tasche in eine tiefere Lage. Da aber die Riechgrube und die aus ihr entwickelte Tasche von Beginn seitwärts am Gesichte in der Nähe der Augen lagen, ist das Bindegewebe auf beiden Seiten der Tasche nicht in gleicher Menge vorhanden, d. h. auf der lateralen Seite ist es weniger, auf der medialen aber mehr. Dieses Bindegewebe und das sie bedeckende Epithel sind die *äussern* und *innern Nasen- oder Stirnfortsätze* (Fig. 1—2 u. 4.). Der laterale Nasenfortsatz *(processus nasalis lateralis)* ist ein klei-

ner dreieckiger Keil zwischen der Nasentasche (3) und der Thränennasenfurche (1); da aber diese Furche nur oberflächlich einschneidet, können wir mit Recht sagen, dass der laterale Nasenfortsatz nur eine kleine Zugabe des starken Oberkieferfortsatzes *(processus maxillaris)* (5) ist. Mit dem inneren Nasenfortsatz *(processus nasalis medialis)* (4) verhält sich die Sache anders; dieser ist ein breiter, selbständiger Teil des Gesichtes, welcher zwischen den beiden Nasentaschen liegt (Fig. 2—7) und nichts weiter ist, als der vorderste Theil der sphenoethmoidalen Schädelbasis (Fig. 1—8), der vom Vorderhirn (7) bis an die Decke der primären Mundhöhle (4) sich erstreckt, und dort sowohl an der Oberfläche des Gesichtes, als auch an der Mundhöhlendecke mit Ektoderma bedeckt ist. An diesem lappenförmigen Gesichtstheil entstehen in der 4. Woche in der Nachbarschaft der Nasentaschen von beiden Seiten kugelförmige Hervorragungen, die His Processus globulares benannt hat (Fig. 2, 10); zwischen diesen ist der mittlere Nasenfortsatz etwas eingesunken. Die Mundspalte ist zu dieser Zeit sehr weit, fünfeckig (Fig. 2):* oben wird sie von den Rändern des mittleren Stirn- und Oberkieferfortsatzes (11), unten vom Mandibularbogen begrenzt; die Processus globulares (Fig. 3, 10) liegen dem vorragenden Ende des Oberkieferfortsatzes gegenüber (11) und in der hiedurch gebildeten Spalte (3) öffnet sich die freie Öffnung der Nasentasche (7) und die Thränennasenfurche (9); hingegen wird der laterale Nasenfortsatz (2) hinaufgedrängt und begrenzt die Mundöffnung nicht.

Die wichtigsten Theile für die Entwickelung der äusseren Nase und Nasenhöhle sind der mittlere und die lateralen Nasenfortsätze. Der Mitteltheil des medialen Nasenfortsatzes vertieft sich etwas in der 4. Woche (Fig. 2—6, Fig. 3—1). Wenn man durch die höchsten Punkte der Nasentaschen eine Querlinie zieht, ist dadurch der mittlere Stirnfortsatz in zwei Theile geteilt: das obere

* Nachdem mir entsprechend junge menschliche Embryonen nicht zur Verfügung standen, habe ich die ersten Entwickelungsstadien an Katzenembryonen studiert und gezeichnet (Fig. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8.). In Bezug auf die grundlegenden Verhältnisse ist kein Unterschied vom Menschen, nur in der Grösse der Fortsätze findet man Unterschiede (z. B. der Oberkieferfortsatz ist grösser), doch ist das von nebensächlicher Bedeutung.

dreieckige Feld (area triangularis, His) wird später zu dem Rücken der äusseren Nase (Fig. 6—11), aus dem tiefer liegenden Theile aber entwickelt sich die Nasenscheidewand (Fig. 6—8); alle diese Theile sind bei einem 4—5 Wochen alten menschlichen Embryo sehr nieder, und zeigen sich nur in ihren ersten Anfangsstadien. Umso besser ist das von den beiden Nasentaschen umgebene, unter der Nase befindliche Feld (area infranasalis, His)

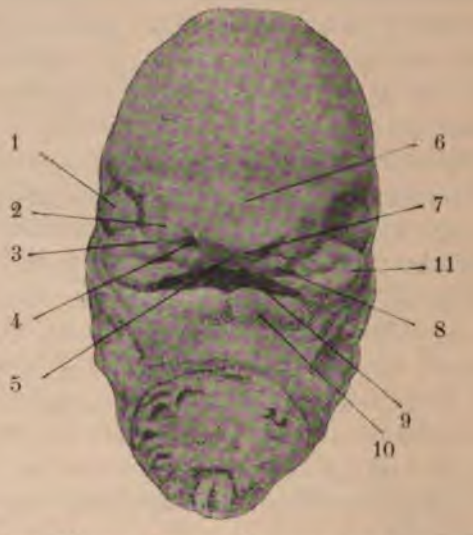


Fig. 2. Kopf eines 20 mm. langen Katzenembryos von vorne. Lupenvergrösserung. 1. Auge. 2. Seitlicher Nasenfortsatz. 3. Thränenfurche. 4. Äusseres Nasenloch. 5. Zwischenkiefergaumen. 6. Area triangularis (His). 7. Area infranasalis (His). 8. Processus globularis (His). 9. Mundspalte. 10. Mandibularbogen. 11. Oberkieferfortsatz.

entwickelt, aus dessen mittlerem Theile (Fig. 2—5) entwickeln sich später die bewegliche Nasenscheidewand, aus den seitlichen kugelförmigen Anschwellungen (processus globulares) (Fig. 3—10) derjenige Theil der Oberlippe, welcher die Furche (philtrum) unter der Nase von zwei Seiten begrenzt, während der tiefere Theil die Anlage des Intermaxillarknochens enthält.

Bei 4—5 Wochen alten menschlichen Embryonen sind die Haupttheile des Geruchsorganes schon angelegt, u. zw.: *a)* der

mittlere Nasenfortsatz (Fig. 2—5) liefert den Rücken der äusseren Nase, den Zwischenkieferknochen und den vorderen Theil der Nasenscheidewand, darin das Jacobson'sche Organ; *b)* der seitliche Nasenfortsatz (2) wird zum Nasenflügel; *c)* der Eingang zur Nasentasche wird zum äusseren Nasenloch, die Wände der Nasentasche zu den Wänden der Nasenhöhle (Fig. 5—5, 11); das über der Nasentasche liegende Bindegewebe (14) bildet die embryonale Anlage vom Siebbein, in welchem schon in dieser früheren Zeit die Fasern des Riechnerven (3) zum Epithel der Nasentasche hinabziehen. Hingegen fehlen noch zu dieser Zeit: *a)* die inneren Nasenlöcher; *b)* der den Boden der Nasenhöhle bildende harte Gaumen und *c)* der hintere, grössere Theil der Nasenscheidewand.

Von nun an halten die an der Oberfläche des Gesichtes sichtbaren Veränderungen mit jenen an der Decke der Mundhöhle gleichen Schritt; um die Beschreibung aber zu erleichtern, wollen wir die beiden von einander getrennt behandeln. Die Gesichtsfläche verwandelt sich in die äussere Nase, die Wände der Nasentasche und ihre Nachbarschaft in die Nasenhöhle. Somit ist zu beschreiben: A. die äussere Nase, B. die Entwickelung der Nasenhöhle.

A) Die äussere Nase (Nasus externus).

Bei 11—12 mm. langen menschlichen Embryonen wird in Folge der nach unten stattfindenden Verlängerung der beiden Processus globulares die von ihnen umgebene Vertiefung zu einer Spalte, welche in abnormen Fällen zur Bildung der Hasenscharte (labium leporinum) führen kann. Diese Spalte befindet sich in der Medianebene des Gesichtes und wird deshalb mittlere Lippenspalte (fissura mediana labii) genannt; zum Unterschied von den seitlichen, welche paarig sein können. Regelmässig wird die mittlere Spalte durch sich von oben nach unten vermehrendes Bindegewebe ausgefüllt, worauf die Kerbe an der Oberlippe verschwindet (Fig. 3). Seitlich begrenzt der Processus globularis (Fig. 3—10) mit der Spitze des ihm gegenüber liegenden Oberkieferfortsatzes (11) ebenfalls eine Spalte (3), in welche sich oben die Nasentasche (7) und die Thränenfurche (9) öffnen; auch diese Spalte (3) kann fortbestehen, und zur Bildung der sog. seitlichen

Hasenscharte (fissura labii lateralis) führen; solche Spalten können natürlich paarig sein. Beim erwachsenen Menschen wird die Stelle der seitlichen Lippenspalte durch die seitlichen Ränder der sog. Lippenfurche (philtrum) angedeutet, wo die Processus globulares mit der medialen Spitze des Oberkieferfortsatzes verwachsen sind.

In der Regel verwachsen die Processus globulares mit der Spitze des Oberkieferfortsatzes in der Mitte des zweiten Monates

Fig. 3. Dasselbe wie Fig. 2. nach Entfernung des Mandibularbogens. Der Kopf ist so gestellt, dass man auf die obere Fläche der Mundhöhle sehen kann. Lupenvergrösserung. 1. Area triangularis (His). 2. Seitlicher Nasenfortsatz. 3. Furche zwischen dem inneren Nasenfortsatz und dem Oberkieferfortsatz. 4. Inneres Nasenloch (choana primitiva). 5. Mandibularbogen (durchschnitten). 6. Innerer Nasenfortsatz. 7. Äusseres Nasenloch. 8. Seitlicher Nasenfortsatz. 9. Thränenfurche. 10. Processus globularis (His). 11. Oberkieferfortsatz. 12. Inneres Nasenloch. 13. Gaumenleiste. 14. Durchschnittener Mandibularbogen. 15. Decke der primären Mundhöhle.

(an 14—16 mm langen menschlichen Embryonen; auch beim Katzenembryo bei gleicher Länge) und dadurch wird die Oberlippe vollständig, deren mittlerer Theil aus dem unteren Theil des mittleren Nasenfortsatzes, die seitlichen Theile aber aus den me-

dialen Lappen des Oberkieferfortsatzes entstehen; zu Ende wird der mittlere Theil verhältnissmässig schmal und bildet die Lippenfurche (philtrum); während der von den Nasenlöchern bis zum Mundwinkel sich erstreckende grössere Theil der Oberlippe aus dem Oberkieferfortsatz entstanden ist.

Alle Gebilde, welche zwischen den beiden Nasenhöhlen liegen sind anfänglich verhältnissmässig breit (Fig. 3—6, Fig. 8—4), werden aber später durch den Druck, den die sich vergrössernden Oberkieferfortsätze auf sie ausüben, schmäler; das sehen wir am besten aus der Annäherung der anfangs von einander fernliegenden Nasenlöcher (Fig. 3—7).

Beim sechs Wochen alten menschlichen Embryo ist die Nasenscheidewand noch breit (1·2 mm), die Nasenlöcher sind steil stehende längliche Spalten (Fig. 3), über denselben ist der mittlere Nasenfortsatz zu einem hervorragenden Hügel geworden (Fig. 6—12), der seitwärts über dem äusseren Nasenloche ohne deutliche Grenze sich auf die äusseren Nasenfortsätze fortsetzt; diese halbmondförmige Anschwellung nennt His Nasenkante. Je mehr die Nasenkante über die Nasenlöcher nach vorne vorragt, um so auffälliger erscheint die Nasenspitze, und die Nasenlöcher gehen allmälig aus ihrer steilen Lage in eine mehr geneigte über, bis sie endlich im 7.—8. Monate der Horizontalebene nahe kommen; in diese stellen sie sich aber erst nach der Geburt ein, bis dahin ist die Kindernase, mit wenigen Ausnahmen, nach aufwärts gestülpt. Die Nase des Neugeborenen trägt den Charakter des Embryonalen an sich: ihre Spitze ist stumpf, wenig hervorragend, der Rücken ist kurz und breit, die Nasenwurzel niedrig, des Nasensattel kaum entwickelt, die Nasenflügel klein, die Nasenlöcher verhältnissmässig gross, stehen weit von einander ab und sind nach vorne gewendet. Wenn diese Merkmale in den ausgewachsenen Zustand übergehen entwickelt sich die gebogene Nase (nasus incurvus), deren modificierte Gestalt die Stumpfnase (nasus simus) ist; diese gehören zu einem niedrigeren Typus, gefallen aber bei Frauen, weil sie denselben ein jüngeres Aussehen geben. Gerade Nasen sind bei Kindern selten, an erwachsenen Menschen kommen sie zumeist bei civilisierten Nationen vor, noch mehr aber die gebogenen Nasen (nasus aduncus), deren edlere Gestalten die

Adler- und römische Nase, die weniger beliebten die semitische und Höckernase sind.*

Bei jüngeren Embryonen liegen die Nasenlöcher wegen der Kürze des Nasenrückens hoch; bei solchen von 12—14 mm. Länge erreicht die obere Spitze der Nasenlöcher eine Querlinie, die den unteren Theil der Augen verbindet (Fig. 2 u. 3); auf dieser Höhe liegt auch die Nasenspitze (Fig. 1). Vom 3. Monate angefangen verlängert sich die Nase mit der Verlängerung des Gesichtes und die Nasenspitze rückt abwärts, mit ihr zugleich der seitliche Nasenfortsatz, aus welchem sich der Nasenflügel gebildet hat. Unterdessen ist die Thränenfurche verschwunden, d. h. aus dem davon abgelösten Epithel ist der Thränennasencanal (ductus nasolacrimalis) geworden; die Richtung der Thränenfurche war anfangs horizontal (Fig. 2—3, Fig. 3—9), beim erwachsenen Menschen ist der Canal beinahe senkrecht; diese Veränderung der Stellung ist das Resultat der starken Entwickelung des Oberkieferfortsatzes und seiner Verlängerung von oben nach unten. Nachdem die Thränenfurche schon am Ende des zweiten Monates verschwindet, ist damit auch die Grenze zwischen dem seitlichen Nasenfortsatz und dem Oberkieferfortsatz verwischt und es ist nicht mehr zu bestimmen, wie viel vom oberen Theil des Nasenflügels sich aus dem mittleren und wie viel sich aus dem äusseren Nasenfortsatz entwickelt hat.

B) Die Nasenhöhle (Cavum nasi).

Die Nasenhöhle der Wirbelthiere ist nach dreifachem Typus gebildet: 1. bei den meisten Fischen besteht sie aus vertieften Gruben im Gesicht, die mit der Mundhöhle nicht in Verbindung stehen; 2. bei den Amphibien besteht die Nasenhöhle aus Luftcanälen, die vom Gesichte in die Mundhöhle führen und deren Boden der Zwischenkieferknochen ist; 3. bei den übrigen Wirbelthieren schliesst sich an den Zwischenkieferknochen ein harter Gaumen an und rückwärts geht die Nasenhöhle in einen Theil der

* Die Formen der Nase beschreibt ausführlich: Hovorcka, Die äussere Nase. Wien, 1893.

primären Mundhöhle über. Diesen, mehr vorgeschrittenen Zustand nenne ich die secundäre Nasenhöhle (cavum nasi secundarium), im Gegensatz zu der bei den Amphibien vorkommenden primären Nasenhöhle (cavum nasi primitivum). Die Fische haben keine Nasenhöhlen, sondern nur Nasengruben, doch diese wollen wir für jetzt ausser Acht lassen.

I. Die primitive Nasenhöhle (Cavum nasi primitivum).

An 12—13 mm. langen menschlichen Embryonen wird durch das sich in den Nasenfortsätzen ansammelnde Bindegewebe aus der Riechgrube ein flacher Epithelgang: der sog. Nasensack (saccus nasi), welcher sich auf der Oberfläche des Gesichtes in die länglichen äusseren Nasenlöcher (nares) öffnet. Das innere blinde Ende dieses Sackes bricht an 14—15 mm. langen Embryonen gegen die Mundhöhle durch, u. zw. dadurch, dass die sich berührenden Epithelblätter des Nasensackes und der Mundhöhlendecke sich zu einer dünnen Membran (membrana bucconasalis Hochstätter)* ausdehnen und diese dann durchreisst. Die an der Decke der Mundhöhle entstandene neue Öffnung (Fig. 3—12) bildet das innere Nasenloch, welches wir primitives hinteres Nasenloch nennen müssen, weil es mit dem definitiven nicht identisch ist. Die zwischen dem äusseren und inneren Nasenloch liegende Substanz-Brücke (Fig. 6—3) geht nach innen in den mittleren Nasenfortsatz (Fig. 8—4)., lateralwärts in den äusseren Nasenfortsatz (6) über, und bildet mit diesem zusammen den primitiven Gaumen (palatum primitivum Dursy **, Fig. 8,—5), welchen ich Zwischenkiefer-Gaumen (palatum præmaxillare) nenne, weil daraus später der Zwischenkieferknochen entsteht.

Über die Entwickelung des inneren Nasenloches waren die Forscher früher anderer Ansicht als heute. Nach Ecker *** ver-

---

* Hochstätter F., Über die Bildung der inneren Nasengänge oder primitiven Choanen. Verhandlungen der anat. Gesellschaft zu München 1891, und zu Wien 1892.

** Dursy E., Entwickelungsgeschichte des Kopfes. Tübingen, 1869.

*** Ecker, Berichte d. naturf. Ges. zu Freiburg. VI. 1873.

wächst die laterale Spitze des mittleren Nasenfortsatzes mit der Spitze des Oberkieferfortsatzes, jedoch nur im vorderen Theile, während hinten das innere Nasenloch frei bleibt. HOCHSTÄTTER und KEIBEL* haben aber bewiesen, dass das Epithel des Nasensackes auch in der Tiefe aneinander haftet und der Nasensack infolge dessen mit der Mundhöhle ursprünglich nicht in Verbindung steht; dies kommt erst an 4—16. mm langen Embryonen, nach Ausdehnung des Epithels zu Stande. Dieser Vorgang ist deshalb

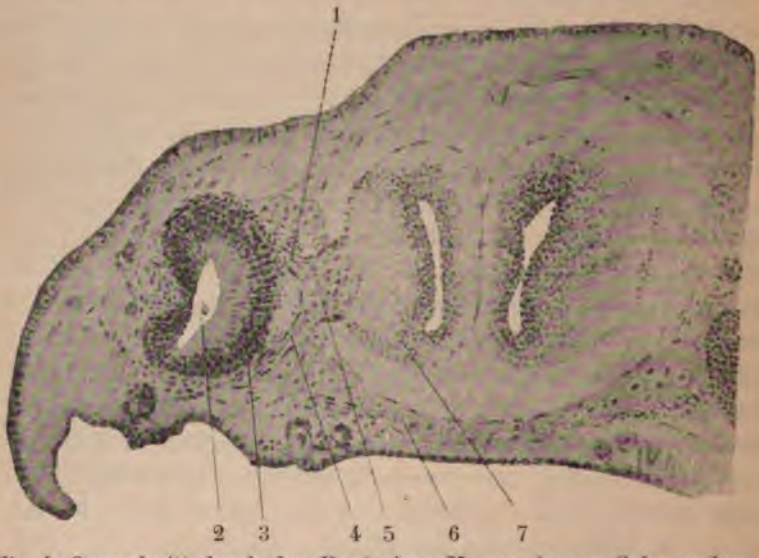


Fig. 4. Querschnitt durch den Kopf eines 25 mm. langen Salamanders in der Gegend des Riechnerven. Lupenvergrösserung. 1. Oberer Zweig des Riechnerven. 2. Nasenhöhle. 3. Riechepithel. 4. Unterer Zweig des Riechnerven. 5. Riechnervenstamm. 6. Knorpelige Schädelbasis. 7. Vorderhirn.

von Bedeutung, weil derselbe auf eine ähnliche Art der Nasenhöhlenentwickelung hinweist, wie jene der Visceralspalten ist; diesem zufolge würde die Nasenhöhle zu jenen Organen gehören. (MARSCHALL,** BEARD.)***

* KEIBEL F., Zur Entwickelungsgeschichte und vergl. Anatomie der Nase etc. Anatomischer Anzeiger. 1893.

** MARSCHALL M., The Morphology of the Vertebrate Olfactory Organ. Quart. Journal of microsc. Science. IX. 1879.

*** BEARD, The system of branchial sense organs etc. XVI. 1885.

Diese Ansicht wird ausser dem Durchbruche der Nasenhöhle auch durch das Verhältniss des Riechnerven zur primitiven Nasenhöhle unterstützt. Dieser Nerv umgreift nämlich bei den niederen Wirbelthieren das Epithel der Nasenhöhle mit zwei Ästen. Am Querdurchschnitte des Kopfes eines Salamanderembryos kann man den dorsalen und ventralen Ast deutlich erkennen (Fig. 4). Die beiden Äste (1 u. 4) entsprechen dem bei den Knorpelfischen in den Kiemenbögen liegenden vorderen und hinteren Zweige der Visceralnerven (ramus præ-et posttrematicus).

Aus dem mittleren Nasenfortsatze entwickelt sich der Zwischenkiefergaumen; dieser Fortsatz gleicht einem hängenden ⊥, dessen wagrechter Schenkel (Fig. 3,—10; Fig. 6,—8) seitwärts mit dem Oberkieferfortsatz (11) zusammengewachsen ist; die Stelle der Verbindung bezeichnet eine Zeitlang ein zwischen den beiden Fortsätzen sich herabziehender Epithelfaden (Fig. 6,—9), der indessen bald verschwindet, worauf sich das Bindegewebe der beiden Fortsätze vermischt, so dass dann nur der in der Richtung der primären Nasenhöhle senkrecht herabziehende Faden die gewesene Grenze zwischen dem medialen Nasen- und Oberkieferfortsatz andeutet. Der seitliche Nasenfortsatz hat keinen Antheil an der Bildung des Zwischenkiefer-Gaumens, dieser ist ursprünglich höher gelegen (Fig 2,—2. Fig. 3,—2.) und bildet nur die Nasenflügel, sowie die vordersten Theile der Seitenwand; die Fortsetzung der Seitenwand stammt schon aus dem Oberkieferfortsatz; die Grenze zwischen den beiden Theilen zeigt beiläufig der Thränennasengang, welcher durch Ablösung des Epithels der Thränenfurche entstanden ist (Born).* Der seitliche Nasenfortsatz ist immer nur ein kleiner Anhang des Oberkieferfortsatzes, was neben anderem auch seine Innervation beweist, da er von demselben Nerv Äste erhält, der den Oberkieferfortsatz versieht (n. supramaxillaris trigemini), während der mittlere Nasenfortsatz seinen eigenen Nerv hat (n. nasociliaris trigemini). Neben dem Præmaxillargaumen öffnen sich die primären hinteren Nasenlöcher mit verhältnissmässig weiten Öffnungen an der Decke der Mundhöhle (Fig. 3,—12.); der primäre Gaumen ist zu dieser Zeit noch kurz

* Born, Über die Nasenhöhlen etc. Morpholog. Jahrbuch. II. 1876.

und erstreckt sich nur auf jenen Theil, der sich im erwachsenen Zustande bis zum Canalis nasopalatinus erstreckt.

Unmittelbar hinter den primären Choanen liegt die Keilbeinregion der Schädelbasis (Fig. 6,—10.); folglich fehlt noch alles, was im erwachsenen Zustande vom Canalis nasopalatinus bis zu den definitiven hinteren Nasenlöchern reicht, d. h. der ganze harte Gaumen ist anfangs nicht vorhanden; aus diesem Grunde

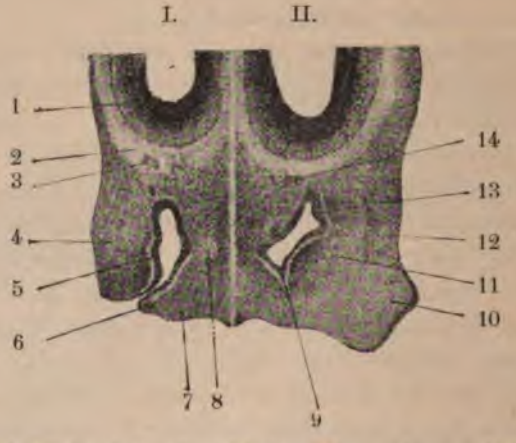


Fig. 5. Querschnitt durch das Gesicht eines 20 mm. langen Katzenembryos. I. In der Gegend des äusseren Nasenloches. II. Duch den vorderen Theil der Nasenhöhle. Lupenvergrösserung. 1. Vorderhirn. 2. Hirnhäute. 3. Riechnerv. 4. Lateraler Nasenfortsatz. 5. In Entwickelung begriffener Jacobsonscher Gang. 6. Äusseres Nasenloch. 7. Unterer Theil des inneren Nasenfortsatzes (späterer præmaxillarer Gaumen). 8. Oberer Theil des inneren Nasenfortsatzes (præmaxillarer Teil der Nasenscheidewand). 9. Epithelfaden vom Grunde der primären Nasenhöhle zur Decke der Mundhöhle (Grenze zwischen medialem Nasenfortsatz und Oberkieferfortsatz). 10. Oberkieferfortsatz. 11. Untere Nasenmuschel (maxilloturbinale). 12. Lateraler Nasenfortsatz. 13. Riechepithel. 14. Riechnerv.

ist das Gesicht kurz, und nachdem es auch nieder ist, ist es Anfangs sehr wenig entwickelt. Nur der Querdurchmesser macht davon eine Ausnahme, deren Grund die Breite des mittleren Nasenfortsatzes ist, an deren beiden Seiten die primären Nasenhöhlen liegen. Bei jungen Säugethierembryonen (Fig. 1) ist das Gesicht dem orthognatisch gestalteten menschlichen Schädel ähnlicher als später; der Grund hievon liegt in der geringen Entwi-

ckelung der Kieferregion; das Gesicht der Säugethierembryonen ist ähnlich orthognathisch, wie der menschliche Embryo. Den Übergang in die prognathe Form verursachen später die mächtigen nach vorne sich entwickelnden Oberkieferfortsätze.

Die primären Nasenhöhlen bestehen aus platten Epitheltaschen über dem præmaxillaren Gaumen (Fig. 5), welche medialwärts durch das Bindegewebe des inneren Nasenfortsatzes (7), lateralwärts durch das Bindegewebe des seitlichen Nasenfortsatzes (4), unten durch den Oberkieferfortsatz begrenzt werden, die Taschen haben also membranöse Wände. Zur richtigen Auffassung der Verhältnisse muss man Seriendurchschnitte von Köpfen 2—2½ Monate alter (16—18 mm. langer) menschlicher Embryonen durchmustern, oder entsprechend alte Säugethierembryonen. An frontalen, sagittalen und horizontalen Durchschnitten 18—20 mm. langer Katzenembryonen sind die Verhältnisse der primären Nasenhöhle die folgenden:

An einem sagittalen Längsdurchschnitt (Fig. 6) besteht die primäre Nasenhöhle aus einem bogenartig gekrümmten Gang (2) über dem præmaxillaren Gaumen (3). Vorwärts davon befindet sich eine Ansammlung von Bindegewebe, die über die Gesichtsöffnung des Ganges (über dem äusseren Nasenloch) das Epithel vortreibt (12); aus diesem wird die Spitze der Nase, aus der darüber befindlichen Vertiefung (11) der Nasenrücken. Von hier bis zum Vorderhirn (9) befindet sich eine Bindegewebemasse (8) zwischen der Basis des Hemisphärenhirnes und der Decke der Nasenhöhle, in welchen sich die Äste des Riechnerves ausbreiten (1); demzufolge entspricht dieses Bindegewebe (8) der Gegend des späteren Siebbeines. Hinter der steil abfallenden hinteren Wand der primären Nasenhöhle liegt an der Decke der Mundhöhle eine Bindegewebemasse (10); da diese unmittelbar unter dem Vorderhirn liegt, entspricht sie ohne Zweifel der Keilbeinanlage der Schädelbasis. Seitlich liegt dieser Theil gegenüber dem Wurzeltheile des Oberkieferfortsatzes, in welchen er ohne bestimmte Grenze übergeht; der mittlere Theil bildet hinter den primären hinteren Nasenlöchern an der Decke der Mundhöhle eine Hervorragung, aus welcher später der vordere Theil des Keilbeines wird (promontorium sphenoidale), d. h. jener Winkel, in welchem die vordere Fläche

des Keilbeinkörpers in den unteren übergeht. Dieser liegt jetzt noch sehr weit unten und vorne in der Mundhöhle, was von den späteren Verhältnissen wesentlich verschieden ist.

Unmittelbar unter der vorderen Ecke des Keilbeinkörpers befindet sich der Unterkieferfortsatz; auch die primäre Choane öffnet sich nahe zur Mundspalte; alle diese Verhältnisse finden

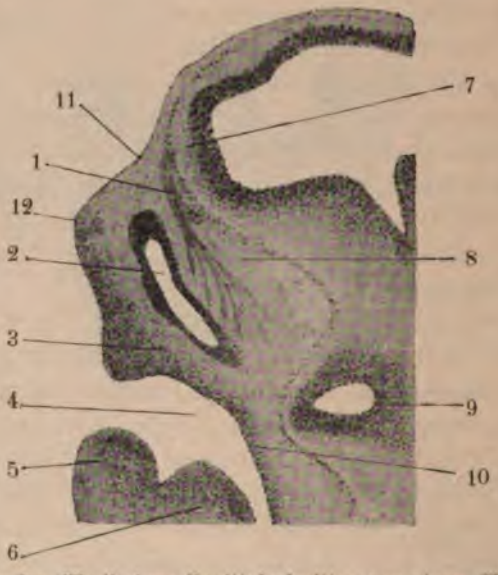


Fig. 6. Der vordere Theil eines Sagittalschnittes von einem 20 mm. langen Katzenembryo durch die Nasenhöhle. Lupenvergrösserung. 1. Riechnerv. 2. Nasenhöhle. 3. Præmaxillarer Gaumen. 4. Mundhöhle. 5. Mandibularbogen. 6. Zunge. 7. Vorderhirn. 8. Siebbeintheil des Schädels. 9. Basis des Vorderhirns. 10. Keilbeintheil des Schädels. 11. Stelle des Nasensattels. 12. Stelle der Nasenspitze.

ihre Erklärung darin, dass der Tiefendurchmesser des Gesichtes fehlt. Von den späteren Verhältnissen weicht auch die Lage der Siebbeintheile an der Schädelbasis (Fig. 6,—8.) wesentlich ab. In der, über der Nasenhöhle liegenden Bindegewebemasse liegt der Riechnerv (1), dessen Stamm zu dieser Zeit vom vorderen Ende des Vorderhirns horizontal nach hinten zieht, hierauf sich in fächerförmige Bündel zerlegt, welche auf die Oberfläche des Nasenhöhlenepithels und deren Seitenwände abzweigen. In die-

sem frühen Zustande liegt der Siebbeintheil des Schädels horizontal unter dem Vorderhirn (Fig. 6,—8.); beim Menschen bleibt er auch in dieser Lage, bei den Säugethieren aber nähert er sich bekanntlich der senkrechten Richtung und nimmt eine præcerebrale Lage an; von diesem Zustande weichen jedoch die Siebbeintheile der jungen Säugethierembryonen wesentlich ab, da sie ähnliche infracerebrale Lage haben, wie beim Menschen. Die Umgestaltung tritt erst später durch die starke Entwickelung der Kiefertheile nach vorne ein; zu jener Zeit geht der Riechnerv aus seiner horizontal nach hinten ziehenden Lage zuerst in eine steile über, dann schlägt er eine entgegengesetzte Richtung nach vorne ein; derselbe vollzieht somit eine beinahe 180° betragende Drehung. Durch die Entwickelung des Gesichtes nach vorne entfernt sich der Zwischenkiefer und die primären Choanen von dem Siebbeintheil der Schädelbasis, und zwischen den beiden schiebt sich der Oberkiefer mit den Gaumenfortsätzen ein. Von diesen Verhältnissen wird später die Rede sein, gegenwärtig haben wir die Form der primären Nasenhöhle an Frontalschnitten zu untersuchen.

An solchen sieht man (Fig. 5),* dass die Nasenhöhle aus einem flachen Epithelsack besteht, an dessen Seitenwand der Oberkieferfortsatz (10), an der medialen Wand das Bindegewebe des inneren Nasenfortsatzes (8) liegt; an der Decke und der Basis der Nasenhöhle vereinigen sich die beiden. An der Wand dieses Sackes sieht man schon in diesem frühen Zustande Erhöhungen und Vertiefungen. Aus der flachen Anschwellung an der Seitenwand (11) wird die untere Nasenmuschel (maxilloturbinale); die am unteren Flügel der Innenwand liegende runde Einstülpung (5) ist das Jacobson'sche Organ; jenes gehört zum Oberkieferfortsatz, dieses zum medialen Nasenfortsatz. Das Epithel verdickt sich an mehreren Stellen und dort verzweigen sich die Fäden des Riechnerven, nämlich an der Decke des Schlauches, am Jacobson'schen Gang und an der unteren Muschel. Dieser letztere Um-

* Die Durchschnitte sind etwas schräg ausgefallen, so dass sie auf der linken Seite einer etwas mehr nach vorne liegenden Stelle entsprechen als auf der rechten Seite; darum ist die Gestalt der Nasenhöhle auf beiden Seiten nicht dieselbe.

stand beweist, dass die untere Muschel ursprünglich auch eine Riechmuschel war — sowie es die einzige Muschel der Reptilien ist, mit welcher jene gleichwerthig ist — während sie bei den Säugethieren eine Aenderung der Function durchgemacht hat und zu einer Respirationsmuschel geworden ist. Der mittlere Nasenfortsatz, die spätere Nasenscheidewand ist sehr breit (8), wird nach rückwärts niederer und setzt sich über das Niveau der

Fig. 7. Dasselbe (wie Fig. 6) aus der Umgebung hinter der Nasenhöhle. III. Unmittelbar neben den primären hinteren Nasenlöchern. IV. Etwas weiter rückwärts. Lupenvergrösserung. 1. Vorderhirn. 2. Vordere Hirnarterie. 3. Seitlicher Nasenfortsatz. 4. Thränenfurche. 5. Oberkieferfortsatz. 6. Durchschnitt des Epithels der hinteren Wand der Nasenhöhle. 7. Die im Zustande der Verknorpelung befindliche Anlage des Keilbeinkörpers. 8. Gaumenleiste. 9. Unterkieferbogen. 10. Oberkiefernerv. 11. Oberkieferfortsatz. 12. Auge. 13. Hirnhäute.

Choane hinaus in die embryonale Anlage des Keilbeinfortsatzes fort, demzufolge ist der mittlere Nasenfortsatz nichts anderes, als der vorderste Theil der Sphenoidalregion des Schädels. Nachdem aber der mittlere Nasenfortsatz in dieser frühen Zeit sich nur bis zum Niveau der primären Choane erstreckt, aus welch letzterer der Nasenrachengang wird, ist daraus zu ersehen, dass von der Nasenscheidewand anfänglich nur der vordere Theil vorhanden ist, so viel als der Länge des Zwischenkiefertheiles entspricht, das übrige schliesst sich diesem gleichzeitig mit der Entwickelung des

harten Gaumens an, als die nach vorne sich erstreckende Fortsetzung des Keilbeines an der Schädelbasis. Der Nerv des älteren Theiles ist der erste, der des neueren der zweite Ast des Trigeminus. Wegen dieser Verschiedenheit werde ich den ersteren den præmaxillaren Theil der Nasenscheidewand (pars præmaxillaris septi), den letzteren den Keilbeinantheil (pars sphenoidalis septi) nennen.

An einem durch den Zwischenkiefergaumen geführten Querschnitte (Fig. 5) sind die Reste jenes Epithelfadens noch vorhanden (9), welcher den mittleren Nasenfortsatz (7) von dem Oberkieferfortsatz (10) getrennt hat. Der Oberkieferfortsatz ist durch Furchen von seinen Nachbarn geschieden. An einem hinter der Choane geführten Querschnitt (Fig. 7) erstreckt sich von der inneren Seite des Oberkieferfortsatzes ein flacher Wulst gegen die Mundhöhle (8), aus diesem wird der Kieferantheil des Gaumens; in die von den beiden Gaumenfortsätzen (den sog. primären Gaumenleisten) eingeschlossene Mulde legt sich hinten die Zunge hinein.

Wenn wir nach Entfernung des Unterkieferfortsatzes die Decke der Mundhöhle (Fig. 3) betrachten, können wir die von der medialen Seite des Oberkieferfortsatzes (11) ausgehende Gaumenleiste (13) wahrnehmen; diese setzt sich von der Lippenfurche aus gegen die seitliche Wand der primären Choane nach rückwärts fort und verliert sich an der Wurzel des Unterkieferfortsatzes. Am Querschnitt (Fig. 7) können wir sehen, dass der Keilbeintheil der Schädelbasis (7) die Verbindung zwischen den beiden Leisten bildet. An einem Horizontalschnitt der primären Nasenhöhle können wir folgendes sehen (Fig. 8): Die beiden Nasenhöhlen bestehen aus länglichen Epithelgängen, welche sich nach rückwärts mit den primären Choanen (2) in die Mundhöhle öffnen (10). Das an der äusseren Wand der Nasenhöhle liegende Bindegewebe (9) bildet die embryonale Anlage des Oberkieferfortsatzes; auf der rechten Seite sieht man den zweiten Ast des Trigeminus (3), der gegen die Nasenscheidewand zieht. Die breite Bindegewebsmasse (4), welche die beiden Nasenhöhlen trennt, bildet den hinteren Theil des mittleren Nasenfortsatzes, in welchem bereits der Scheidewandknorpel wahrzunehmen ist. Der vorderste Gesichtstheil des mittleren Nasenfortsatzes (5) bildet die Oberlippe und den Zwischenkiefergaumen.

II. Secundäre Nasenhöhle (Cavum nasi secundarium).

1. Membranöser Zustand.

Die von der medialen Seite des Oberkieferfortsatzes vorwachsenden Gaumenleisten stehen Anfangs weit von einander ab (Fig. 3—13), nähern sich aber mit der bald eintretenden Verschmälerung der Nasenscheidewand vorne hinter den primären Choanen, und indem sie dort in der 8.—9. Woche in Berührung kommen, beginnen sie miteinander zu verwachsen. Die Vereinigung vollzieht

Fig. 8. Horizontaler Durchschnitt des Gesichtes von demselben Embryo in der Gegend der primären Nasenhöhle. Lupenvergrösserung. 1. Untere Nasenmuschel. 2. Primäre Choane. 3. N. supramaxillaris. 4. Zur Nasenscheidewand sich verdichtendes Knorpelgewebe im medialen Nasenfortsatz. 5. Zwischenkiefergaumen. 6. Seitlicher Nasenfortsatz. 7. Ausstülpung des Jacobson'schen Ganges. 8. Primäre Choane. 9. Oberkieferfortsatz. 10. Schlundhöhle.

sich von vorne nach hinten; in der 10. 11. Woche erreicht sie die Gegend des 2. Visceralbogens und hört dort auf. Wenn die Verschmelzung nicht stattfindet, bleibt die Spalte als s. g. Wolfsrachen (fauces lupinæ) erhalten.

Die Vereinigung der Gaumenleisten kann nur nach Atrophie des zwischenliegenden Epithels stattfinden; nur ganz vorne, am hinteren Rande des Zwischenkiefergaumens, bei den primären Choanen findet keine Verwachsung statt, und das dort liegende

Epithel wird zur Bekleidung des Nasengaumenkanales (canalis nasopalatinus); dieser hat am Boden der Nasenhöhle zwei Eingänge, denn der untere freie Rand des mittleren Nasenfortsatzes lagert sich dort zwischen dem Zwischenkiefer- und Kiefergaumenfortsatz hinein. Die beiden Fortsätze begegnen sich dort in einer queren Linie und bis hierher erstreckt sich der Zwischenkiefergaumen; in 4.—5 Monate alten Embryonen sind dort die zusammengepressten Epithelüberreste noch vorhanden (Lébougq); * später erkennt man die Stelle an einem dichteren Bindegewebestreifen (Merkel). ** Am Verwachsen nimmt auch die Keilbeinpartie der Nasenscheidewand Theil, deren atrophierendes Epithel mit jenen der zwei Gaumenleisten in Gestalt eines T zusammentrifft. Thiere, die keinen Oberkiefergaumen besitzen (Amphibien), haben auch keine Nasenscheidewand mit Keilbeinantheil; bei solchen ist nur die aus dem mittleren Nasenfortsatz stammende primäre Nasenscheidewand vorhanden bis in die Gegend der (primären) Choanen.

Mit der Entwickelung des Kiefergaumens erhält die primäre Nasenhöhle von der Mundhöhle einen Zuwachs, den man Nasenrachengang (meatus nasopharyngeus Dursy, op. cit.) nennt. Im ausgewachsenen Zustande liegt dessen Grenze, wie dies Schwalbe *** richtig erkannt hat, längs einer solchen Linie, die vom Eingang des Nasengaumenganges bis zum Vorsprung des Keilbeines gezogen wird. Hieraus geht gleichzeitig hervor, dass die primäre Choane nicht identisch ist mit der definitiven, und dass die primäre Nasenhöhle nur einen Theil der definitiven bildet. Die hintere Grenze der primären Choane bildet die embryonale Anlage des Keilbeines. Durch die Entwickelung des Kiefergaumens werden alle Theile des Gesichtes nach vorne geschoben und entfernen sich von der Anlage des Keilbeines, und mit diesem Vorgange zugleich wird aus der primären Choane der Nasengaumen-

* Lébougq H. Note sur les perles epitheliales de le voute palatine. Arch. de biologie, II. 1881.

** Merkel F. Jacobson'sche Organ u. Papilla palatina. Anat. Hefte v. Merkel u. Bonnet, I. 1892.

*** Schwalbe G. Ueber die Nasenmuscheln der Säugethiere und des Menschen. Sitzungsb. d. physik-oekon. Gesellsch. zu Königsberg, XXIII. 1882.

kanal. Nach der vollständigen Entwickelung des Gaumens liegt der Nasengaumenkanal weit vom Keilbeinpromontorium, das seine ursprüngliche Lage an der Basis des Thalamencephalon behalten hat. Jetzt bildet die Grenze zwischen der primären Nasenhöhle und dem Nasenrachengang eine Linie, die vom Nasengaumenkanal zum Keilbeinvorsprung zieht. Aus all'dem geht hervor, dass die primäre Choane als solche nicht bleibend ist und der Nasengaumenkanal blos dessen frühere Stelle anzeigt, aber nicht identisch damit ist, denn der dazwischen lagernde Gaumen hat die ursprünglichen Verhältnisse gänzlich umgestaltet. Nur so viel kann behauptet werden, dass die vordere Wand des Nasengaumenkanals diejenige Stelle anzeigt, an der die vordere Grenze der primären Choane gewesen ist.

2. Die knorpelige Nasenkapsel.

Bis zum Ende des 2. Monates bestehen die Wände der Nasenhöhle ausser dem Epithel aus lockerem embryonalen Bindegewebe. Auf diesen «häutigen Zustand» folgt der «knorpelige». In der Nachbarschaft der Epithelwände kommen im Bindegewebe schon zu Ende des 2. Monates Verdichtungen zu Stande, aus welchen im 3. Monate knorpelige Platten werden, die zusammengenommen die knorpelige Nasenkapsel (capsula nasi cartilaginea) bilden. Über ihre Verhältnisse geben frontale Durchschnitte des Kopfes $3^1/_4$—$4^1/_4$ Monate alter menschlicher Embryonen Aufklärung.

Die Verdichtung des Bindegewebes zu Knorpelgewebe geht in der 7.—8. Woche von der Gegend des Keilbeinkörpers aus (Fig. 9—9) und verbreitet sich von dort in der Scheidewand nach vorne (1); hier ist die Bildung des Knorpelgewebes immer in einem mehr vorgeschrittenen Zustande, als an den Seitenwänden (11). Wenn sich die Knorpelplatte auch hier entwickelt hat, dann erstreckt sie sich nur bis zur unteren Nasenmuschel; von hier nach abwärts an der äusseren Wand des unteren Nasenganges und am Gaumen bildet sich kein Knorpel. Auf das Zustandekommen der Muscheln hat die Knorpelentwicklung keinen Einfluss, denn die Muschelanschwellungen sind schon vor dem Erscheinen des Knorpels vorhanden, als lokale Anhäufungen (13, 6, 7) des embryo-

nalen Bindegewebes; die Trennung dieser Anschwellungen von der Nasenhöhlenwand wird durch das active Hineinwachsen des Epithels verursacht, wovon ich mich an Querschnitten durch die Köpfe von Mäuseembryonen überzeugt habe. Im häutigen Zustande ist die untere Nasenmuschel sehr früh vorhanden, ihre ersten Spuren zeigen sich schon während der Entwickelung der primären

Fig. 9. Horizontaler Schnitt durch das Gesicht eines 3. Monate alten menschlichen Embryo in der Gegend der Nasenhöhle. Lupenvergrösserung. 1. Scheidewandknorpel. 2. Jacobson'cher Gang. 3. Unterer Nasengang. 4. Untere Nasenmuschel. 5. Mittlerer Nasengang. 6. Mittlere Nasenmuschel. 7. Obere Nasenmuschel. 8. Seitliche Knorpelplatte (in Entwickelung begriffen). 9. Knorpelige Anlage des Keilbeinkörpers. 10. Obere Nasenmuschel. 11. Mittlere Nasenmuschel. 12. Knochenkern des Oberkiefers. 13. Knorpel der mittleren Nasenmuschel (in Entwickelung begriffen). 14. Gemeinschaftlicher Nasengang (meatus nasi communis). 15. Zwischenkiefergaumen (palatum præmaxillare).

Nasenhöhle (Fig. 5—11); die anderen zwei Muscheln erscheinen in der 10.—11. Woche (Fig. 9—6, 7); Knorpel ist ursprünglich in keinem vorhanden. Hieraus folgt, dass auf die Entwickelung der Muscheln nicht die knorpelige Nasenkapsel Einfluss hat, wie dies Koelliker * behauptete, und dass nicht das Skelet den wesent-

* Koelliker A. Entwickelungsgeschichte. Leipzig, 1879. 440. I.

lichen Theil der Muscheln bildet, sondern die Weichtheile und das Epithel; letzteres besitzt ursprünglich an jeder Muschel Riechepithelcharakter, zieht sich aber später an die unter der Siebbeinplatte gelegenen Muscheltheile zurück, während die übrigen Muscheln als Theile des Respirationganges fungiren.

Wenn aus dem verdichteten Bindegewebe um die secundäre Nasenhöhle Knorpel geworden ist, dann besteht die Nasenkapsel aus einer sagittalen unpaarigen Platte in der Nasenscheidewand und aus seitlichen paarigen Platten an den Seitenwänden der Nasenhöhle; oben vereinigen sich die beiden Platten nur am Rücken der äusseren Nase ohne Unterbrechung; weiter nach hinten sind sie durch einzelne kleine Knorpelplatten mit einander verbunden, aus welchen später die Siebbeinplatte wird, deren Löcher die Aeste des Riechnerves durchlassen. Zwischen Knorpel und Epithel ist überall Bindegewebe zurückgeblieben, das die embryonale Anlage der Schleimhaut bildet, darin liegt im Niveau des Nasengaumenganges, jedoch etwas höher, der Eingang zum JACOBSON'schen Kanal (Fig. 9—2). Der Scheidewandknorpel erstreckt sich von der Crista galli bis zum Gaumen hinab; an deren unteren abgerundeten Enden liegen im Zwischenkiefergaumen zwei kleine accessorische Knorpelchen von C Form, in deren Concavität bei vielen Säugethieren der JACOBSON'sche Kanal liegt; diese und der JACOBSON- oder HUSCHKE'sche Knorpel erscheinen später als der Scheidewandknorpel. Nach rückwärts wird der Scheidewandknorpel niederer und dicker, sein Durchschnitt erscheint langgestreckt, spindelförmig; rückwärts geht derselbe in eine breite Knorpelmasse über, die den Körper des Keilbeines bildet (Fig. 9—9). Sonderbarerweise habe ich am unteren Theil des Scheidewandknorpels schon bei 3—4 Monate alten Embryonen Verkrümmungen gesehen; darum halte ich die Verbiegungen der Scheidewand (deviatio septi) für angeboren. Die seitliche Nasenknorpelplatte erstreckt sich vom Niveau der Siebbeinplatte bis in die untere Nasenmuschel, wird nach rückwärts niederer und endet in der Gegend der Choanen. Der obere Theil des von ihr nach aussen liegenden Bindegewebes erstreckt sich bis zum Auge; aus diesem wird das Labyrinth des Siebbeines, der untere Theil aber geht in das Bindegewebe des Oberkieferfortsatzes über; in diesem ent-

wickelt sich später der Körper des Oberkiefers und die verticale Platte des Gaumenbeines.

3. Die Entwickelung der Knochen der Nasenhöhle.

Die Knochen der Nasenhöhle entwickeln sich auf zweierlei Art: ein Theil aus der knorpeligen Nasenkapsel, der andere aus dem umgebenden Bindegewebe; jene bilden die *primären*, diese die *secundären Knochen*. Die Bindegewebsknochen entstehen früher, als die Knorpelknochen: sie erscheinen schon zu Ende des 2. Monates in Gestalt von kleinen Knochenplatten im unteren Theil der Scheidewand und an der Seitenwand des unteren Nasenganges, demnach entwickeln sich die Knochen des Nasenrachenganges secundär aus Bindegewebe, während die um die primäre Nasenhöhle herumliegenden grösstentheils aus der knorpeligen Nasenkapsel stammen. Das ist im Einklang mit der Thatsache, derzufolge der Siebbeinantheil der Nasenhöhle der nach vorne geschobene Gesichtstheil der knorpeligen primordialen Schädelkapsel ist, also einen modificirten Theil der Wirbelkörper darstellt, während der Boden der Nasenhöhle aus den Oberkieferfortsätzen stammt, die Visceralbögen homolog sind. Wegen der Entwickelung der Zähne sind an den Oberkieferfortsätzen Veränderungen eingetreten, dieselben behalten aber trotzdem gewisse Beziehungen zu den Visceralbögen, denn an 3—4 Monate alten menschlichen Embryonen sah ich von der Seitenwand der knorpeligen Nasenkapsel einen Knorpelstab an der lateralen Seite des Thränennasenganges nach vorne ziehen, der dem MECKEL'schen Knorpel im Unterkiefer ähnlich sieht, und wahrscheinlich als atrophirter Rest einer Visceralspange aufzufassen ist.

Die Entwickelung der secundären Knochen beginnt mit einer lokalen Verdichtung des Bindegewebes; an gefärbten Präparaten sind diese Stellen als dunklere Flecken zu erkennen. Dann wird auf die Bindegewebsbalken Knochengewebe abgelagert, und auf diese Art entsteht dort ein Netz von Knochensubstanz. Einzelne dieser Kerne erscheinen in der nächsten Nachbarschaft der knorpeligen Nasenkapsel und bringen diese zur Atrophie, so z. B. das Nasenbein, Thränenbein, Keilbein, Oberkiefer und das Gaumenbein.

a) *Secundäre Knochen (Bindegewebsknochen).*

Der untere Theil der Nasenhöhle wird vom Oberkiefer und Gaumenbein gebildet, zu welchem sich der Zwischenkiefer gesellt. Der Kern des letzteren *(os praemaxillare)* ist in der 8. Woche wahrnehmbar, aber in der 9.—10. Woche verwächst derselbe schon mit dem Kern des Oberkiefers (KOELIKER T.)*

Der Knochenpunkt des Oberkiefers *(maxilla)* erscheint in der 8. Woche in Gestalt eines kleinen gekrümmten Plättchens an der äusseren Seite des unteren Nasenganges im Bindegewebe des Oberkieferfortsatzes; zu diesem gesellen sich bald noch einige andere kleine Plättchen, jedoch alle verschmelzen schon im 3. Monate zu einem gemeinsamen Kern. Der Knochenpunkt des Gaumenbeines *(os palatinum)* wird ebenfalls in der 8. Woche wahrnehmbar. Der Kern des Nasenbeines *(os nasale)* erscheint im 3., der des Thränenbeines *(os lacrimale)* im 4. Monate. Das Pflugscharbein *(vomer)* ist weiter nichts, als der Deckknochen der knorpeligen Nasenscheidewand in der Region des Oberkiefers; dasselbe entwickelt sich aus zwei V förmig vereinigten Knochenplättchen in der 9. Woche, in dessen Furche (sulcus vomeris) sich der untere Theil der knorpeligen Nasenscheidewand hineinlagert; im 3.—4. Monate wachsen die Seitenflügel des Knochens an der Seite des Scheidewandknorpels in die dicke Schleimhaut hinein bis sie den Körper des Keilbeines erreichen; später verkümmert der umschlossene Theil des Scheidewandknorpels. Dem Keilbein gegenüber verknöchert der Scheidewandknorpel von oben nach unten zur Bildung der verticalen Platte des Siebbeines; an der Vereinigungsstelle mit dem Pflugscharbein bleibt ein schmaler Fortsatz der knorpeligen Scheidewand bis zum Keilbein erhalten (processus sphenoidalis septi cartilaginei, KOELLIKER). Die von zwei entgegengesetzten Richtungen vorschreitende Ossification hat an der Scheidewand die Bildung eines Kammes (crista lateralis septi, THEILE), oder eine Verbiegung der Scheidewand zur Folge (deviatio septi), wie man solche schon an jungen Kindern beobachtet hat (PATRZEK),** bei Erwachsenen aber, wenn auch nicht immer, jedoch

* KOELLIKER T. Verhandl. d. anat. Gesellsch. zu Würzburg. 1888.

** PATRZEK. Ueber Verbiegungen der Nasenscheidewand bei Neugeborenen, 1890. N. 14.

in den meisten Fällen vorhanden ist (Réthi); * bei starken Verbiegungen (scoliosis septi) kann die Scheidewand die Nasenmuscheln berühren und die Respiration auf einer Seite der Nasenhöhle verhindern.

b) *Primäre Knochen (Knorpelknochen).*

In der knorpeligen Nasenkapsel ossificiert bei Säugethieren das Siebbein und die untere Nasenmuschel, hingegen atrophiert der übrige Theil der knorpeligen Nasenkapsel unter den Deckknochen der äusseren Nase. Die persistierenden Theile der knorpeligen Nasenkapsel sind der Scheidewandknorpel *(cartilago septi)* und die seitlichen Knorpel der äusseren Nase *(cartilagines laterales nasi)*. Die Nasenflügelknorpel *(cartilagines alares nasi)* lösen sich vom Gesichtstheil der knorpeligen Nasenkapsel im 5. Monate ab. Von den Vögeln abwärts bleibt die knorpelige Nasenkapsel lebenslänglich erhalten; an der äusseren Oberfläche derselben entwickeln sich die Deckknochen und bedecken die knorpelige Nasenkapsel.

Die embryonale Anlage des Siebbeines (os ethmoideum) liegt im Bindegewebe unter der Basis des Vorderhirnes (Fig. 1—8); in diesem entwickelt sich der obere Theil der knorpeligen Nasenkapsel, der ursprünglich aus einer unpaarigen und paarigen lateralen Platte besteht; diese werden an der Decke der Nasenhöhle durch quere Knorpelbalken verbunden, zwischen welchen die Siebbeinlöcher frei bleiben. Die Gestalt des knorpeligen Siebbeines sieht im 4.—5. Monate einem ⊤ ähnlich, welches unter dem Vorderhirn in embryonales Bindegewebe eingebettet ist. Im 5.—6. Monate erscheinen an der concaven Seite der Knorpellamellen Knorpelplättchen, und vereinigen sich zu einem groben Gerüste, aus welchem nachher das Siebbeinlabyrinth (labyrinthus ethmoidalis) wird; aus der seitlichen Knorpelplatte entsteht die Papierplatte (lamina papiracea), aus dem Scheidewandknorpel die senkrechte Platte des Siebbeines (lamina perpendicularis).

Die Ossification beginnt in der Papierplatte im 6. embryonalen Monate, und verbreitet sich von hier nach innen in die

* Réthi. Verbiegungen der Nasenscheidewand. Wiener klin. Wochenschrift, 1890. S. 514 etc.

Plättchen des Labyrinthes; im Scheidwandknorpel beginnt die Ossification im 6. Monate nach der Geburt vom Hahnenkamm beginnend nach unten; die obere äussere Hälfte des Keilbeines erreicht sie erst zu Ende des 2. Jahres, manchmal noch später (im 3.—5. Jahr). Der Processus uncinatus des Siebbeines entsteht ebenso, wie die Muscheln, aus einer localen Verdichtung von Bindegewebe zu Knorpelgewebe im 3. embryonalen Monate, bedeckt vom Epithel der Nasenhöhle; derselbe entwickelt sich in einer Schleimhautfalte. Ähnlich verhält sich die Siebbeinblase *(bulla ethmoidalis)*; diese wächst schon im 4. Monate an der inneren Fläche der knorpeligen Seitenplatte vor. Zu dieser Zeit ist die Seitenwand der Nasenhöhle mit ihren vielen muschelähnlichen Gebilden der muschelreichen Nasenhöhle der Säugethiere ähnlicher, als im erwachsenen Menschen. Die Höhlen des Siebbeinlabyrinthes sind im Embryo mit Bindegewebe ausgefüllt, das Hohlwerden derselben beginnt erst nach der Geburt an 2—3 Stellen in den Furchen *(fissuræ ethmoidales)* zwischen den Siebbeinmuscheln; dort sinkt die Schleimhaut ein und wird während der Rückbildung des Bindegewebes zur Bedeckung der Siebbeinzellen; der Eingang beginnt am oberen und obersten Nasengange und bleibt immer enge *(aperturæ cellularum ethmoidalium)*.

Die Ossification der Nasenmuscheln *(conchæ)* beginnt im 6. embryonalen Monate, und schreitet von unten nach oben vor. Die Muscheln werden zu dieser Zeite mit einer dicken Schleimhaut bedeckt, ähnlich, wie zur Zeit der knorpeligen Nasenkapsel (Fig. 9); diese ist an der mittleren Muschel mit einem nach unten abgehenden Fortsatz versehen, aus welchem der Hackenfortsatz wird; auch die knorpelige untere Muschel hat einen nach oben abgehenden Nebenfortsatz.

4. Die Nebenhöhlen der Nase (Sinus paranasales).

Die Nebenhöhlen (sinus maxillaris, frontalis, sphenoidalis, cellulæ ethmoidales) der Nase entwickeln sich nachträglich; zur Zeit, wo die Wände der Nasenhöhle noch am Bindegewebe bestehen, sind dieselben noch nicht vorhanden. Dursy (loc. cit.) war der Ansicht, dass die knorpelige Nasenkapsel mit Schleimhaut bedeckte

Hohlräume in das umgebende Bindegewebe sendet; später entwickeln sich um diese die betreffenden «Deckknochen», und von denselben erstreckt sich die Ossification auch auf die Knorpeln; demzufolge nimmt ausser den Deckknochen auch der Knorpel an der Ossification Theil. KOELLIKER (l. cit. pag. 456) modifizierte diese Behauptung dahin, dass der sich vorstülpende Knorpel an der Ossification nicht theilnimmt, sondern verkümmert, wonach die Schleimhaut zur Bedeckung der betreffenden Nebenhöhlen wird. Ich habe gefunden, dass eigenthümliche Verbiegungen der knorpeligen Nasenkapsel und das Hineingelangen der Schleimhaut in die Vertiefungen die Entwickelung der Nebenhöhlen einleitet. Bei der Kieferhöhle (sinus maxillaris [Highmori]) vollzieht sich dieser Prozess folgender Weise:

In drei Monate alten menschlichen Embryonen liegt im mittleren Nasengang der ganzen Länge nach die seitliche Platte der knorpeligen Nasenkapsel. Diese biegt sich schon im 3. und noch mehr im 4. Monate im mittleren Nasengang winkelförmig lateralwärts, dann nach unten; in die so entstandene Einbuchtung senkt sich die Schleimhaut hinein, und das ist der Beginn der Kieferhöhlenbildung. Die sich einsenkende Schleimhaut neigt sich im Bogen nach unten und legt sich mit ihrem erweiterten blinden Ende in die Concavität des Oberkieferknochens hinein, der jetzt nur aus einer dünnen Knochenplatte besteht und sehr nieder ist. Dort, wo die Ausstülpung aus dem mittleren Nasengange beginnt, d. h. an deren oberen und unteren Rande verdickt sich die Schleimhaut, und darin entstehen Knorpel: aus dem oberen wird die Bulla, aus dem unteren der Proc. uncinatus. Der dargestellte Gang der Entwickelung beweist, dass die Entwickelung der Kieferhöhle mit der Krümmung der knorpeligen Nasenkapsel beginnt, und die Höhlenbildung mit einer ähnlichen Epithelausstülpung in das umliegende Bindegewebe beginnt, wie Drüsenschläuche; im 5.—6. Monate wird das Bindegewebe in der Umgebung der Ausstülpung lockerer und verschwindet gänzlich, ähnlich, wie es in der Umgebung von serösen Höhlen vorzukommen pflegt; zu gleicher Zeit wird die Epithelausstülpung zur Schleimhautbedeckung der Kieferhöhle.

Die Knochen haben auf die Höhlenbildung keinen Einfluss,

die von ihnen umgebene Höhle dient blos als *Gehäuse* für die Schleimhautausstülpung. Die Kieferhöhle ist, so lange das Gesicht nieder ist, klein; sie besteht aus einem flachen Sack, dessen etwas aufgetriebenes Ende in einer kleinen Vertiefung des spongiösen Knochens liegt. Die Ausdehnung der Höhle beginnt erst mit dem Hervorbrechen der Milchzähne, zu welcher Zeit die den Kieferkörper ausfüllenden Zahnsäcke sich in die Alveolarfortsätze hinlagern und der Boden der Augenhöhle sich vom Alveolarfortsatz zu entfernen beginnt. Dies geht jedoch langsam sor sich, die Höhle ist selbst im 4.—5. Jahre nicht grösser, als eine grössere Erbse und liegt im oberen Theile der spongiösen Knochensubstanz, also höher, als der Boden der Nasenhöhle. Eine wesentlichere Erweiterung tritt erst mit dem Hervorbrechen der bleibenden Zähne vom 7.—8. Jahre ein; zu dieser Zeit verändert die Höhle ihre kugelförmige Gestalt in eine dreiseitige Pyramide.

Im Erwachsenen ist die Oberkieferhöhle sehr verschieden entwickelt: entweder ist sie enge, oder sehr weit. Engere Höhlen *(stenosis sinus maxillaris)* können auf zweierlei Art entstehen: *a)* als Hemmungsbildung in Folge einer unvollständigen Resorption der spongiösen Knochensubstanz. In solchen Fällen ist die umgebende schwammige Knochensubstanz in grosser Menge vorhanden, die Wände der Höhle sind dick, besonders die Seitenwand und die Decke; *b)* Verengungen können eintreten durch das Einsinken einer Wand, was besonders an der Nasenhöhlen- oder Gesichtswand vorzukommen pflegt. Die Verengerung kann einen so hohen Grad erreichen, dass die Oberkieferhöhle nur aus einer engen Spalte besteht; in einem solchen Falle sah ich den Eingang zur Höhle zu einem engen Gange eingesunken. An der Gesichtswand liegt die Stelle der Einsenkung regelmässig in der fossa canina. Wenn die Nasenhöhlenwand einsinkt, ist die Nasenhöhle an der betreffenden Seite sehr weit und die untere Nasenmuschel liegt weit entfernt von der Nasenhöhlenwand.

Die *Ausweitung* der Kieferhöhle kann eine allgemeine oder nur eine partielle sein. Im letzteren Falle erstreckt sich die Ausweitung in den Alveolarfortsatz (recessus alveolaris), oder auch in den Gaumenfortsatz (recessus palatinus), seltener in den Jochbeinfortsatz (recessus zygomaticus), oder in den Kieferfortsatz des

Gaumenbeines (recessus palatoorbitalis). Am häufigsten kommt die Ausweitung in den Alveolarfortsatz vor; in solchen Fällen reicht der Boden der Höhle tiefer hinab, als der harte Gaumen, und die Wurzeln der Zähne (vom Augenzahn bis zum 2. Backenzahn) erreichen die Höhle, nur eine dünne Knochensubstanz bedeckt den Boden der Höhle. Ausführlicher berichtet über diese Verhältnisse ZUCKERKANDL. *

Von der Stirnhöhle *(sinus frontalis)* behauptete STEINER,** dass diese nichts anderes sei, als eine der vordersten Siebbeinzellen, welche aus dem Hineinwachsen einer knorpeligen Siebbeinzelle in den Nasentheil des Stirnbeines entsteht; später wird sie in Folge der von den vorderen Siebbeinzellen ausgehenden Resorption leer, und ihre knorpelige Kapsel atrophiert. Diese Ansicht ist unrichtig, denn der obere Theil der knorpeligen Nasenkapsel ist mit der Entwickelung des Siebbeines resorbiert, und die Stirnhöhle entsteht aus einer localen Ausstülpung des Epithels an Stelle der sich in Bindegewebe umformenden Knorpelsubstanz. Die Ausstülpung geht vom vordersten Theil der zwischen der Bulla ethmoidalis und des Proc. uncinatus liegenden Vertiefung *(infundibulum ethmoidale)* aus, mehr nach vorne und höher, als die der Höhle des Oberkiefers, während die der oberen Siebbeinzellen in der Regel über der Bulla gelegen ist; demnach zeigt auch die von verschiedenen Stellen ausgehende Entwickelung, dass die Stirnhöhle nicht aus der vordersten Siebbeinzellen hervorgeht. Die Ausstülpung bleibt bis zum 4. Jahre klein und ist selbst zur Zeit der Pubertät nicht grösser, als eine Erbse; die Erweiterung beginnt erst im 14.—15. Jahre, und bleibt entweder eine geringere, oder aber sie erstreckt sich auf einen grossen Theil der Augenhöhlendecke, kann selbst das Jochbein erreichen und bis zum Stirnhügel gelangen. In selteren Fällen bleibt die Höhle das ganze Leben hindurch klein, oder entwickelt sich gar nicht; man kann das als Hemmungsbildung betrachten. In solchen Fällen ist die Stirne

* ZUCKERKANDL. Normale u. pathologische Anatomie der Nasenhöhle u. ihrer pneumatischen Anhänge. Wien 1882.

** STEINER FR. Ueber die Entwickelung der Stirnhöhlen etc. Langenbeck's Archiv f. klin. Chirurgie, XIII, 1871.

wenig gewölbt, und der Nasensattel (sella nasi) ist klein, oder fehlt gänzlich. Bei den Stumpfnasen der Kinder ist dies der normale Zustand.

Die Keilbeinhöhle *(sinus sphenoidalis)* entwickelt sich ganz in derselben Weise, wie die übrigen Nebenhöhlen der Nase. Die Ausbuchtung geht von dem hintersten Theil der Riechspalte (recessus sphenoethmoidalis) aus, erstreckt sich in den Knorpel der Nasenseitenwand, und ist schon im 4. Monate alten Embryo vorhanden. Die bedeutendere Ausdehnung der Höhle stellt sich aber erst mit der Resorption des Knorpels zur Zeit der Pubertät ein; bis dahin ist die Höhle unbedeutend.

5. Die Nasenhöhle des Kindes.

Die Nasenhöhle des Kindes unterscheidet sich nicht nur in ihren Dimensionen, sondern auch in ihrer Gestalt von der des erwachsenen Menschen. Ich habe diese Behauptung Disse's * bei der Untersuchung von Längs- und Querdurchschnitten für richtig gefunden.

Bei Erwachsenen sind die beiden Haupttheile der Nasenhöhle: der Siebbeintheil (pars ethmoidalis) und der Oberkiefertheil (pars maxillaris) beinahe gleich hoch, dagegen ist in Embryonen und bei jungen Kindern der Kiefertheil um die Hälfte niederer, als der Siebbeintheil, ausserdem ist derselbe auch in sagittaler Richtung verhältnissmässig kürzer, da das Stück der Mahlzähne noch fehlt. Die Vergrösserung des Kiefertheiles beginnt schon im 1. Lebensjahre, ein bemerkenswertheres Resultat zeigt sich aber erst im 7. Jahr, zu welcher Zeit die Nasenhöhle im Durchschnitt 40 mm. hoch geworden ist; von diesem entfällt die eine Hälfte auf den Siebbeintheil, die andere auf den Kiefertheil. Bei Neugeborenen ist nicht nur der Kiefertheil der Nasenhöhle, sondern auch der Ausgang derselben nieder und eng; letzterer ist nur 4—5 mm. hoch und wächst bis zum 7. Jahre auf 20 mm. Ähnliche Verhältnisse zeigt auch der untere Nasengang; auch dieser ist nieder und

* Disse J. Die Ausbildung der Nasenhöhle nach der Geburt. Archiv f. Anat. u. Entwickelungsgeschichte. 1889. Suppl.

der freie Rand der unteren Nasenmuschel erreicht den Boden der Nasenhöhle; die deckende dicke Schleimhaut verschliesst den unteren Nasengang gänzlich, so dass das Neugeborene denselben zum Athmen nicht benützen kann. Da die Riechspalte sehr schmal ist, athmet der Säugling nur mit dem mittleren und den gemeinsamen Nasengang; diese sind infolge der geringen Höhe des Kiefertheils der Nasenhöhle wenig entwickelt, und da auch die Choane enge ist, lässt sich die Gefährlichkeit des Katarrhes bei Säuglingen erklären. Diese Krankheit hat für die Säuglinge eine ganz andere Bedeutung, als für Erwachsene; sie kann wegen der beim Saugen erschwerten Athmung eine mangelhafte Ernährung und das Zugrundegehen der Säuglinge zur Folge haben.*

Die Verhältnisse der Luftaufnahme in der Nasenhöhle bessern sich erst nach dem Hervorbrechen der Milchzähne, wenn die Höhe des Oberkiefers zunimmt und damit in Verbindung die Einführung der Luft auf einem grösseren Raum vor sich geht. Bei jungen Kindern ist der Kieferkörper so nieder, dass die Decke der Augenhöhle sozusagen auf dem Alveolarfortsatz ruht, in dem die grossen Säckchen der Milchzähne zu dieser Zeit die Stelle der Kieferhöhle einnehmen. In diesem Zustande verbleiben die Vernältnisse bis zum 2.—3. Jahre, zu welcher Zeit wegen dem Durchbruch der Milchzähne die Kieferhöhle zu ihrer Ausdehnung Platz gewinnt; jedoch bedeutender kann sich die Kieferhöhle erst nach dem Hervorbrechen der bleibenden Zähne erweitern, also erst nach dem 7. Jahre; zu dieser Zeit rückt auch die untere Nasenmuschel mehr nach oben, und die Function des unteren Nasenganges als Luftleiter gelangt zu grösserer Bedeutung. Bis zum 3. Lebensjahre ist der untere Nasengang so enge, dass er gar keine Luft zuführt, und der Rand der unteren Nasenmuschel berührt den Boden der Nasenhöhle; ihr Hinaufrücken vollzieht sich erst im 4.—7. Jahre. An das Höherwerden des Kiefertheiles der Nasenhöhle schliesst sich auch eine Verlängerung in sagittaler Richtung an; bedeutender wird diese erst vom 6.—7. Jahre.

---

* S. darüber Friedrich, Krankheiten der Nase, Virchow's Handbuch der Pathologie, V. Abth. — Baginsky, Lehrbuch der Kinderkrankheiten, III. Auflage.

Die Ursache davon liegt in der späteren Entwickelung der Mahlzähne und ihres Alveolarsfortsatzes. Bis zum 5.—6. Lebensjahre endet der Alveolarfortsatz hinten in der Gegend des 1. Mahlzahnes, da bis dahin bloss die unbedeutenden embryonalen Anlagen des 2. und 3. Backenzahnes vorhanden sind. Wenn die bedeutendere Entwickelung der Säckchen der Mahlzähne beginnt, schliesst sich an die vorhandenen Alveolartheile der Milchzähne schrittweise der hintere Mahlzahnantheil an, u. zw. im 5.—6. Lebensjahre der dem 1., im 7.—8. Jahre der dem 2. und im 11.—12. Jahre der dem 13. Mahlzahne entsprechende Theil. Diese verbleiben zwar vorderhand noch in ihren Säckchen, brauchen aber zu ihrer bedeutenden Vergrösserung Raum, den sie blos durch den Anschluss nach rückwärts an den vorhandenen Alveolartheil erhalten können. Damit zugleich verlängert sich natürlich auch der Gaumen und die Nasenhöhle in sagittaler Richtung.

Das Wachsen der Nasenhöhle in vertikaler Richtung geschieht nicht nach oben, sondern nach unten; das beweist unter anderem die wechselnde Lage der Rachenöffnung der Ohrtrompete. Schon Kunkel * erwähnt, dass die Öffnung der Ohrtrompete im Embryo unter dem Gaumen liegt und später höher zu liegen kommt. Dies geschieht jedoch nicht durch actives Hinaufwandern, wie diess Zuckerkandl ** richtig bemerkt hat, sondern die Ohrtrompete bleibt an ihrer Stelle und der harte Gaumen gelangt durch das Höherwerden des Oberkiefers in eine tiefere Lage, d. h. der Gaumen wächst unter der Öffnung der Ohrtrompete nach unten, worauf natürlich die Ohrtrompete im Verhältniss zum harten Gaumen eine höhere Lage einnimmt. In 9 Monate alten Embryonen liegt die Tubenöffnung noch unter dem Niveau des harten Gaumens; in Neugeborenen mit demselben in gleicher Höhe, im 1. Lebensjahre hinter dem unteren Nasengang, im 2. an der Spitze der unteren Nasenmuschel, und hier bleibt sie bis zum 7.—8. Jahre, von welcher Zeit an sie etwas höher hinauf-

* Kunkel. Die Lageveränderungen der pharyngealen Tubenmündung während der Entwickelung. Hasse's Anat. Studien, p. 172.

** Zuckerkandl. Zur Morphologie des Gesichtsschädels. Stuttgart, 1877. p. 60.

rückt. Demzufolge wächst der Oberkiefer im 3.—7. Jahre sehr wenig in die Höhe; derselbe wird zwar grösser, jedoch wachsen damit auch die anderen Theile in gleichem Verhältniss. Die Zeit des Stillstandes fällt in die Periode von der Beendigung des Durchbruches der Milchzähne bis zum Durchbruch der bleibenden Zähne, d. h. die Höhenzunahme des Kiefertheiles der Nasenhöhle in vertikaler Richtung ist am geringsten im 3—7. Jahre.

19.

ÜBER SCHWERE FLÜSSIGKEITSSTRAHLEN.

Gelesen in der Sitzung der Akademie von 21. Juni 1896.

Von Dr. MORITZ RÉTHY,

C. M. der Akademie, Professor am k. Josephs-Polytechnikum zu Budapest.

Aus «Mathematikai és Természettudományi Értesitő» (Math. und Naturwiss. Berichte) Band XV. pp. 342—351.

I. Mit dem Problem der Flüssigkeitsstrahlen beschäftigte ich mich das erste Mal in den Klausenburger Berichten vom Jahre 1879, wo ich die Lösung desselben Problems gebe, welches BOBILEFF zwei Jahre später im XIII. Bd. der Russischen phys.-chem. Gesellschaft und im VI. Bd. der WIEDEMANN'schen Beiblätter publicierte, und welches unter dem Namen des Bobileff'schen Problems bekannt ist. Das zweite Mal befasste ich mich mit dem Probleme der Flüssigkeitsstrahlen in allgemeinerer Fassung in einer Arbeit, die ich der Akademie im Jahre 1893 vorlegte. Ich bedauere die inhaltsvollen Arbeiten der Herren MICHEL * und JOUKOWSKY ** vor meiner Publication nicht bemerkt zu haben.

Sämmtliche bisherige Untersuchungen setzen voraus, dass die Schwere auf die Flüssigkeitsbewegung keinen Einfluss ausübt. Es soll hier eine Methode gezeigt werden, die zu schweren Flüssigkeitsstrahlen mit freier Grenze führt.

II. Sämmtliche Bezeichnungen meiner Publication vom

— —

* On the Theory of Free Stream Lines. Phil. Trans. A. 1890.

** Moskauer Math. Samml. 1890. Im Auszug erschienen in «Fortschritte d. Math. u. Phys.» 1892—3.

Jahre 1893 * mögen beibehalten bleiben; es sei also die reciproke Geschwindigkeit

$$\zeta = \frac{\zeta_0}{v} \tag{1}$$

wo ζ_0 eine complexe Zahl bedeutet, deren absoluter Werth auf der freien Oberfläche der Flüssigkeit $= 1$, während v ebendaselbst reell und positiv ist; demnach ist v auf der freien Oberfläche gleich dem absoluten Betrag der Geschwindigkeit, während die Amplitude von ζ_0 ihre Richtung angiebt.

Die Axen x und ξ seien vertikal und abwärts gerichtet; dann ist auf der freien Oberfläche bekanntlich

$$v^2 = 2\left(1 - \frac{\mu_0}{\mu}\right) gx + \text{const.}, \tag{2}$$

wo μ und μ_0 die Dichtigkeiten der angrenzenden strömenden und ruhenden Flüssigkeiten, g aber die Schwere der Masseneinheit bedeutet.

Die freie Oberfläche sei das Bild der Strecke

$$\psi = a, \quad \varphi_0 < \varphi < \varphi_1$$

der Ebene $w = \varphi + \psi i$ auf der z-Ebene. Das Bild dieser Strecke auf der ζ_0-Ebene ist durch

$$\zeta_0 = \xi_0 + i\eta_0$$

dargestellt, wenn ξ_0 und η_0 auf dieser Strecke reell sind. Die Darstellung der freien Grenze ergiebt sich aus der Gleichung

$$\zeta = \frac{dz}{dw} \tag{3}$$

also

$$z = \int_{\varphi_0}^{\varphi} \frac{\xi_0 + i\eta_0}{v}\, d\varphi + \text{const.}$$

durch Trennung des reellen Theils vom imaginären. Die Coordinaten der Punkte der freien Grenze sind demnach

* In diesen Berichten 1894. Bd. XII.

$$\left.\begin{aligned} x &= \text{const.} + \int_{\varphi_0}^{\varphi} \frac{\xi_0}{v}\, d\varphi, \\ y &= \text{const.} + \int_{\varphi_0}^{\varphi} \frac{\eta_0}{v}\, d\varphi. \end{aligned}\right| \qquad (4)$$

daher folgt mittels (2)

$$v^2 = \frac{2\gamma}{3} \int_{\varphi_0}^{\varphi} \frac{\xi_0}{v}\, d\varphi + \text{const.}, \qquad (5)$$

wo

$$\gamma = 3\left(1 - \frac{\mu_0}{\mu}\right) g.$$

Aus (5) folgt für die freie Grenze

$$\frac{v\,dv}{d\varphi} = \frac{\gamma}{3}\,\xi_0,$$

also

$$v^3 = \gamma \int_{\varphi_0}^{\varphi} \xi_0\, d\varphi + \text{const.} \qquad (6)$$

III. Da demnach ζ_0 lediglich als reciproke Geschwindigkeit einer Flüssigkeit aufgefasst werden kann, auf welche keine Schwere wirkt, so sind uns unendlich viele Functionen ζ_0 bekannt. Bestimmen wir zu einer solchen Function ζ_0 die zugehörige Function v mittels (6), und substituieren dann w an Stelle von φ, so erhalten wir eine Function

$$\zeta = \frac{\zeta_0(w)}{v(w)},$$

welche zur Beschreibung einer schweren Flüssigkeitsströmung mit freier Grenze geeignet ist, vorausgesetzt nur, dass sie den Bedingungen der Stetigkeit entspricht und keinen Selbstschnitt der Strömungslinien involviert.

Es wird daher in jedem Specialfall zu untersuchen sein, ob auf der w-Ebene ein Parallelstreifen

$$\psi = a, \quad \psi = b, \quad -\infty \leq \varphi \leq \infty$$

existiert, auf deren z-Bilde die Strömungslinien $\psi = \text{const.}$ continuierlich sind, sich selbst nirgends schneiden, und auch eine

Richtungsänderung nur in einem solchen Punkte aufweisen, wo die Geschwindigkeit $= o$ also $\zeta = \infty$ ist. Die Abgrenzung eines solchen Parallelstreifens gelingt im Allgemeinen leicht; man findet aber gewöhnlich nur *eine* freie Grenze, während ein *Strahl* zwei freie Grenzen besitzt. Mir ist nur die Construction des folgenden schweren *Strahls* gelungen.

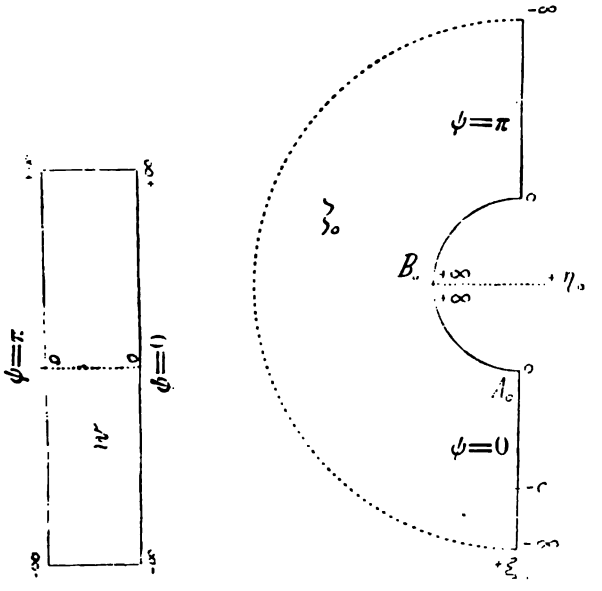


Fig. 1*a*.

IV. Es sei das classische Beispiel unseres grossen Meisters KIRCHHOFF * zu Grunde gelegt:

$$\zeta_0 = e^{-w} + \sqrt{e^{-2w} - 1}. \tag{7}$$

Der Strecke

$$\varphi = 0, \quad 0 \leq \varphi \leq +\infty$$

entspricht auf der ζ_0 Bildebene

$$\left.\begin{aligned} \xi_0 &= e^{-\varphi}, \\ \eta_0 &= -(1 - e^{-2\varphi})^{\frac{1}{2}} \end{aligned}\right| \tag{8}$$

* KIRCHHOFF, Mechanik Ed. I. pag. 296.

d. i. der Kreisquadrant $A_0 B_0$ (Fig. 1*a*). Da $\xi_0^2 - \eta_0^2 = 1$ ist, so entspricht dieser Strecke eine freie Grenze, falls laut (6) berechnet

$$v^3 = \gamma (e^{\varphi} - e^{-\varphi}),$$

ist; dabei bezeichne γ eine positive Constante; da v selbst reell ist, so hat man

$$v = \gamma^{\frac{1}{3}} (e^{\varphi} - e^{-\varphi})^{\frac{1}{3}}. \tag{9a}$$

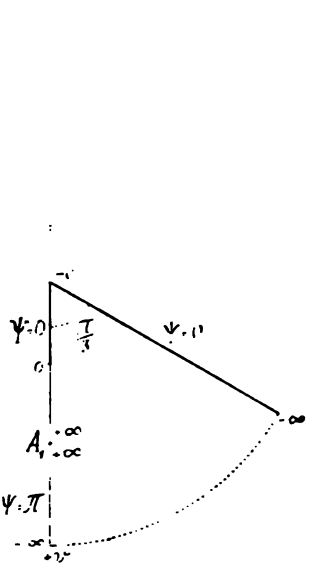


Fig. 1*b*.

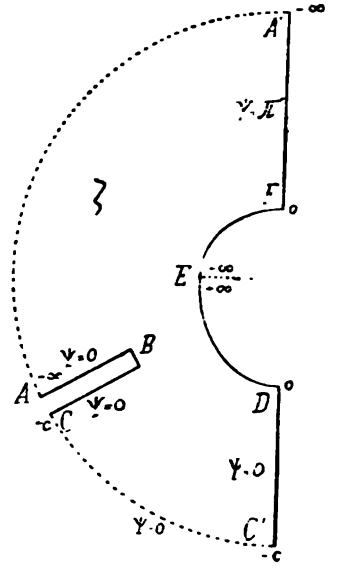


Fig. 1*c*.

Dann ist innerhalb der ganzen Strecke $0 \leq \varphi \leq +\infty$ die Geschwindigkeit v positiv, sie wächst nämlich vom Anfangswerth

$$\gamma^{\frac{1}{3}} (e^{\varphi} - 1)^{\frac{1}{3}}$$

bis zum Grenzwerth

$$\gamma^{\frac{1}{3}} e^{\frac{\varphi}{3}}$$

den sie für $\varphi = +\infty$ annimmt.

Man construiere nun das ζ-Bild des zwischen $\varphi = 0$ und $\varphi = \pi$ gelegenen Parallelstreifens der w-Ebene, wenn ζ_0 durch die Gleichung (7) und v durch die Gleichung

$$v=\gamma^{\frac{1}{2}}(e^{v}-e^{-v})^{\frac{1}{2}} \tag{9}$$

vorgeschrieben ist.

Das ζ_0-Bild des Streifens ist durch Figur 1*a*, das v-Bild durch Figur 1*b* dargestellt, falls der Radius der äusseren Kreisbogen ∞ ist; einander entsprechende Punkte sind durch die dazu gehörigen Werthe von ψ und φ bezeichnet. Aus 1*a* und 1*b* construiert man das durch die Figur 1*c* dargestellte ζ-Bild. Die mit der abwärts gerichteten Verticale einen Winkel von 60° bildende doppelte Strecke ABC, der im Unendlichen gelegene Kreisbogen CC', die Strecke $C'D$ und der Bogen DE bilden insgesammt das Bild des zu

$$\psi=0, \quad -\infty \leq \varphi \leq \infty$$

gehörigen Randes des w Streifens. Die Strecke $A'F$ und der Kreisbogen FE hingegen sind das Bild des Randes

$$\psi=\pi, \quad -\infty \leq \varphi \leq \infty.$$

Zum Schluss sind der unendlich entfernte Kreisbogen AA' das Bild des Punktes $w=-\infty$, und der Punkt E das Bild des Punktes $w=+\infty$.

V. Aus dem ζ-Bild construiert man nun das durch Fig. 1*d* dargestellte Stromgebiet auf bekannte Weise; zu beweisen ist nur die Endlichkeit der Strecke $(-c, 0)$ des Stromgebiets, ferner die der Öffnung $(0, 0)$, aus welcher der freie Strahl austritt.

Auf der festen Wand ist

$$\zeta_0=e^{-\varphi}+(e^{-2\varphi}-1)^{\frac{1}{2}},$$
$$v=\gamma^{\frac{1}{2}}(e^{\varphi}-e^{-\varphi})^{\frac{1}{2}};$$

daraus bestimmt sich die Strecke $(-c, 0)$

$$h=\int_{-c}^{0}\zeta d\varphi=\int_{-c}^{0}\frac{e^{-\varphi}+(e^{-2\varphi}-1)^{\frac{1}{2}}}{\gamma^{\frac{1}{2}}(e^{\varphi}-e^{-\varphi})^{\frac{1}{2}}}\,d\varphi.$$

Man setze

$$l=e^{\varphi}-e^{-\varphi} \tag{10}$$

dann ergiebt sich

$$h=\int_{0}^{e^{c}-1}\frac{1+(1-(e^{\varphi}-l)^{-2})^{\frac{1}{2}}}{\gamma^{\frac{1}{2}}l^{\frac{1}{2}}}\,dl. \tag{11}$$

Da der Differentialquotient $\frac{dh}{dt}$ bei der untern Grenze des Integrals unendlich ist wie $t^{-\frac{1}{2}}$, so folgt aus (11) die Endlichkeit der Wandstrecke $(-c, 0)$.

VI. Ich berechne noch die Gleichungen der freien Grenze. Auf dem Bild von

$$\varphi=0, \quad 0 \leq \varphi \leq \infty$$

ist

$$z = \int_0^{\varphi} z_0 \, d\varphi = \int_0^{\varphi} \frac{\xi_0 + i\eta_0}{v} \, d\varphi,$$

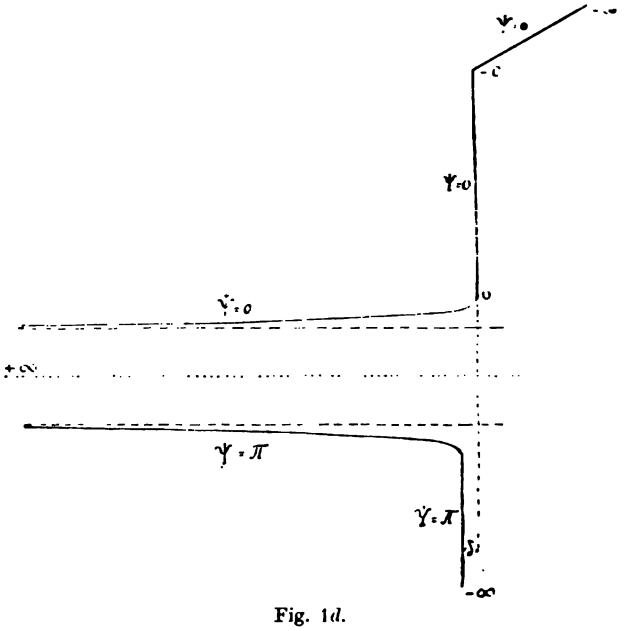


Fig. 1*d*.

wo ξ_0 und η_0 durch Gleichung (8), v durch (9*a*) angegeben sind. Daraus folgt, dass die Coordinaten der Punkte der freien Grenze mittels der Formeln zu berechnen sind

$$\left.\begin{aligned} x &= \int_0^{\varphi} \frac{e^{-\varphi}}{\gamma^{\frac{1}{2}}(e^{c}-e^{-\varphi})^{\frac{1}{2}}} \, d\varphi, \\ y &= -\int_0^{\varphi} \frac{(1-e^{-2\varphi})^{\frac{1}{2}}}{\gamma^{\frac{1}{2}}(e^{c}-e^{-\varphi})^{\frac{1}{2}}} \, d\varphi. \end{aligned}\right\} \tag{12}$$

Bei Einführung der Variablen t mittels (10) hat man

$$x = \int_{e^c-1}^{t} \gamma^{-\frac{1}{3}} t^{-\frac{1}{3}}\, dt,$$

$$y = -\int_{e^c-1}^{t} \gamma^{-\frac{1}{3}} ((e^c-t)^{-2}-1)^{\frac{1}{2}} t^{-\frac{1}{3}}\, dt.$$

Da für $\varphi=\infty$ der Werth von $t=e^c$ ist, so ist die Tiefe der Asymptote des oberen Randes des freien Strahls unter dem 0-Punkt endlich, nämlich

$$x_\infty - x_0 = \frac{3}{2}\gamma^{-\frac{1}{3}}(e^{\frac{2c}{3}} - (e^c-1)^{\frac{2}{3}}); \tag{13}$$

dass aber der Strahl unendlich ist, folgt daraus, dass der Differentialquotient $\frac{dy}{dt}$ für $t=e^c$ unendlich ist wie $(e^c - t)^{-1}$.

Im Unendlichen ist zum verticalen Querschnitt des Strahls gehörig

$$\varphi = +\infty, \quad 0 \leq \psi \leq \pi,$$

daher ist die Dicke des Strahls im Unendlichen

$$= i\int_0^{\pi} \zeta_\infty d\psi = \frac{\pi}{\gamma^{\frac{1}{3}} e^{\frac{c}{3}}}. \tag{14}$$

VII. Auf dem Gebiet

$$\psi = \pi, \quad \infty \geq \varphi \geq 0$$

ist

$$\zeta_0 = e^{-\pi i - \varphi} - i(1 - e^{-2\pi i - 2\varphi})^{\frac{1}{2}},$$

d. i.

$$\xi_0 = -e^{-\varphi}$$
$$\eta_0 = -(1-e^{-2\varphi})^{\frac{1}{2}}.$$

Daher hat man auf der zweiten freien Grenze

$$x = \frac{3}{2}\gamma^{-\frac{1}{3}}(e^{\frac{2c}{3}} - (e^c-1)^{\frac{2}{3}}) + \pi\gamma^{-\frac{1}{3}}e^{-\frac{c}{3}} - \int_\infty^{\varphi} \frac{e^{-\varphi}d\varphi}{\gamma^{\frac{1}{3}}(e^c+e^{-\varphi})^{\frac{1}{3}}},$$

$$y = y_\infty - \int_\infty^{\varphi} \frac{(1-e^{-2\varphi})^{\frac{1}{2}}\, d\varphi}{\gamma^{\frac{1}{3}}(e^c+e^{-\varphi})^{\frac{1}{3}}}. \tag{15}$$

Aus der ersten dieser Gleichungen ergiebt sich als verticale Projection der Öffnung

$$= \frac{3}{2}\gamma^{-\frac{1}{3}}\left(e^{\frac{2c}{3}}-(e^c-1)^{\frac{2}{3}}+\frac{2}{3}\pi e^{-\frac{c}{3}}-\frac{2}{3}\int_{\infty}^{0}\frac{e^{-\eta}d\varphi}{(e^c+e^{-\eta})^{\frac{1}{3}}}\right),$$

$$= \frac{3}{2}\gamma^{-\frac{1}{3}}\left((e^c+1)^{\frac{2}{3}}-(e^c-1)^{\frac{2}{3}}+\frac{2}{3}\pi e^{-\frac{c}{3}}\right). \qquad (16)$$

Ich berechne noch den Abstand der verticalen Wände, d. i. die horizontale Projection der Öffnung. Bezeichnet man die y Coordinate der untern Wand mit y_a, die der oberen mit y_b, so hat man aus (15), da $y_a=0$ ist, für den Abstand

$$\delta = y_b - y_a = y_\infty - \int_{\infty}^{0}\frac{(1-e^{-2\eta})^{\frac{1}{2}}d\varphi}{\gamma^{\frac{1}{2}}(e^c+e^{-\eta})^{\frac{1}{2}}},$$

d. i.

$$\delta = -\int_{0}^{\varphi_1}\frac{(1-e^{-2\eta})^{\frac{1}{2}}d\varphi}{\gamma^{\frac{1}{2}}(e^c-e^{-\eta})^{\frac{1}{2}}} - \int_{\varphi_1}^{0}\frac{(1-e^{-2\eta})^{\frac{1}{2}}d\varphi}{\gamma^{\frac{1}{2}}(e^c+e^{-\eta})^{\frac{1}{2}}}$$

wo lim. $\varphi_1=\infty$. Daher ist

$$\delta = -\gamma^{-\frac{1}{2}}\int_{0}^{\infty}\left(\frac{1}{(e^c-e^{-\eta})^{\frac{1}{3}}}-\frac{1}{(e^c+e^{-\eta})^{\frac{1}{3}}}\right)(1-e^{-2\eta})^{\frac{1}{2}}d\varphi. \qquad (17)$$

Diese Grösse ist aber endlich. Bezeichnet man nämlich

$$e^{-\eta}=t; \quad -e^{-\eta}d\varphi=dt$$

so hat man

$$\delta\gamma^{\frac{1}{2}} = \int_{1}^{0}\left(\frac{1}{(e^c-t)^{\frac{1}{3}}}-\frac{1}{(e^c+t)^{\frac{1}{3}}}\right)(1-t^2)^{\frac{1}{2}}\frac{dt}{t}. \qquad (18)$$

Da nun für $t=0$ der Differentialquotient endlich ist wie

$$\frac{\sqrt[3]{e^c+t}-\sqrt[3]{e^c-t}}{t} = \frac{2}{3}e^{-\frac{2}{3}c}+\sum_{i=1}^{\infty}a_i t^i,$$

so ist das Integral in (18) endlich. Dass es negativ ist, sieht man auf den ersten Blick.

VIII. Zum Schluss ist zu bemerken, dass die Dichtigkeit der ruhenden Flüssigkeiten auf beiden Seiten des Strahls dieselbe ist; diese beiden Flüssigkeiten sind durch den freien Strahl von einan-

der vollständig geschieden, und die Druckdifferenz in ihnen ist durch die Dicke des Strahls im Unendlichen vollständig bestimmt. Aus (14) folgt für diese Druckdifferenz auf beiden *Grenzen* des freien Strahls im Unendlichen

$$= \mu g \cdot \pi \gamma^{-\frac{1}{3}} \varrho^{-\frac{c}{3}};$$

damit ist aber nach dem Gesetze des Gleichgewichtes der Druck überall bestimmt.

[illegible] an-
[illegible] *Ceno-*
[illegible] Tertiärforma-
[illegible] sich auch
[illegible] Werke folgen-
[illegible] dans
[illegible] beschriebenen Formen vom
[illegible] Arten von *Belosepia*
[illegible] aufgestellten *Beloptera-*
[illegible]

[illegible] *Sepia* [illegible] übrig, welche
[illegible] Werke aus dem Grobkalk des Pariser
[illegible] Auch diese Form ist sehr frag-
[illegible] bekannt sind und daher
[illegible] Formen vergleichbar. Die

[illegible]

nächste Zeit, aus welcher Sepien als Petrefacten bekannt sind, ist die Miocenzeit. Die erste wurde von SCHLOENBACH 1868 aus dem Badener Tegel unter dem Namen *Sepia Vindobonensis Schloenb.* beschrieben.*

Zur selben Zeit, 1868 erschien das Werk GASTALDI's: «Foss. del Piem. e della Toscana», in welchem er zwei Arten der jüngeren Tertiärzeit Italiens beschreibt und abbildet, *S. Michelottii* und *S. Craverii Gast.*

Später beschrieb BELLARDI ebenfalls aus der jüngeren Tertiärformation acht Arten: *S. Gastaldii, S. verrucosa, S. rugulosa, S. granosa, S. stricta, S. sepulta Michtti, S. complanata* und *S. Isseli* und bildet auch die Arten GASTALDI's in seinem in Turin erschienenen Werke ab: «I Molluschi dei terre in terziari del Piemonte e della Liguria Parte I.»

Später im Jahre 1890 beschrieb L. FORESTI im seinem Werke: «Sepia Bertii Foresti» ** aus den «unter pliocenen» Schichten von Bologna noch eine — mit Tuberkeln stark bedeckte — Art unter dem Namen *Sepia Bertii.*

Nach meinem Wissen wurden andere Arten bis jetzt noch nicht beschrieben, was im Vergleich zu den 30 Arten, welche die Meeruferregionen der wärmeren Zone bewohnen, sehr gering ist.

Bisher waren Sepien der Schichten zwischen den Sedimenten des mittleren Eocen- und Miocenalters unbekannt; die erste führe ich in dieser Abhandlung in die Litteratur ein und zwar aus den obersten Miocenschichten, aus dem Bryozoamergel des obersten Theiles der Bartonstufe. Zugleich ist diese die erste vom Gebiete Ungarns.

In jenem reichen Materiale, welches weiland Prof. MAX v. HANTKEN's unermüdlicher Fleiss in der palæont. Sammlung der Budapester Universität aufhäufte, befindet sich auch eine reiche Sammlung von Piszke (Graner Com.). Beim Besichtigen, Registrieren und

---

* Dr. U. SCHLOENBACH: Kleine palæontologische Mittheilungen VIII. Ueber sepia vindobonensis Schlœnb. sp. nov. aus dem neogenen Tegel von Baden bei Wien. (Jahrb. d. k. k. geol. R.-Anst. Bd. XVIII. Heft 3. P. 290. Taf. VII. 1868.)

** Bollettino della Società geologica ital. Vol. IX. fasc. 1.

Präparieren eines Theiles derselben fand ich sechs Stück Sepien. Die gütige Erlaubniss von Universitätsprof. Dr. ANTON KOCH, Director des Institutes, brachte mich in die Lage, dieselben bekannt machen zu können.

Bedauernswerth ist es, dass diese Sepien, wie überhaupt der grösste Theil der Piszkeer Petrefacten, in Gestalt von Steinkernen überblieben; aber derart conserviert, dass sie mit den bis jetzt beschriebenen Formen vergleichbar sind und die Selbstständigkeit der Species festgesetzt werden kann. Nur auf einem meiner Exemplare ist ein kleiner Theil des Schildes sichtbar.

Aus der älteren Tertiärperiode ist meine Species die einzige, welche einen Schild hat, denn auf *S. vera*, der Form von DESHAYES, sieht man nur den hinteren Dorn und die Dornhülle. Die Beschreibung der Art von DESHAYES beruht auf diesem Fragmente; folglich können die Anderen nicht mit *vera* verglichen werden.

Dass die genannten Piszkeer Petrefacten ohne Zweifel zum Sepiagenus gehören, wird klar, wenn man sie mit den bei BELLARDI abgebildeten jüngeren Tertiärformen vergleicht, bei denen der Steinkern sichtbar ist. So z. B. mit der auf Taf. III. Fig. 3 dargestellten *S. Craverii Gast.* und auf Taf. III. Fig. 4 abgebildeten *stricta Bell.* Übrigens sieht man bei meinen Formen alle charakteristischen Theile, die an dem Gerippe der jetzt lebenden *Sepia* zu sehen sind. Man findet den Schild mit den charakteristischen Anwachsstreifen, welche nach vorn immer einen convexen Bogen bilden. Die Stärke der Anwachsstreifen ist so gross, dass sie diese Sache anbelangend, mit *S. stricta Bell.* auffallend übereinstimmt, weniger mit *S. Craverii Gast.*, da die Anwachslinien der letzteren viel schwächer sind. Auf der Oberfläche des Schildes, obwohl diese auf jedem meiner Exemplare die dorsale Seite zeigt, befinden sich keine verzierenden Höcker, sie ist nicht «chagriniert», sondern ist ausser den erwähnten starken Anwachsstreifen mit feinen, von einander ferne stehenden Längsfurchen verziert. Letztere sind hauptsächlich dort zu sehen, wo sie die Anwachsstreifen kreuzen.

Meine Form unterscheidet sich von jeder anderen, dass auf der schwachconvexen höckerfreien Fläche weder die Spur einer, nach vorn immer breiter und flacher werdenden, von der am Dorn beginnenden, nach vorn rückenden und beiderseits schwachen

Furche begrenzten Rippe, noch die Spur zweier Rippen, die rechts und links von der erwähnten Rippe liegen, vorhanden ist, sondern statt diesen wird die mit starken Anwachsstreifen bedeckte Fläche durch jene schon erwähnte feine, aber genug tiefe Furchen verziert. Auf Fig. 2—5, als auch am nicht abgezeichneten Exemplare ist der flügelähnlich ausgebreitete Theil des hinteren, aus Hornmasse bestehenden Schildes deutlich zu sehen. Auf Fig. 2, 2*a* u. 5 dargestellten zwei Exemplaren ist das hintere Ende des Schildes derart abgebrochen, dass man daraus die Anwesenheit des Dornes folgern kann. Auf Fig. 2*a* sieht man recht schön den ganzen Umriss des hornigen, flügelähnlich ausgebreiteten Theiles.

Es ist bedauerlich, dass das auf Fig. 2 und 2*a* abgebildete Exemplar seitwärts stark zusammengedrückt, und dort, wo ein Höcker den Platz des ehemaligen Dornes zeigte, abgebrochen ist.

Der Umstand aber, dass eben dieser hintere Theil abgebrochen ist, zeugt allerdings, dass dort eine Erhebung mit Hilfe irgend eines gespitzten Theiles in den umgebenden Mergel befestigt war.

Das auf Fig. 1 abgebildete Exemplar ausgenommen, sieht man bei jedem auch die Linie, welche die Grenze zwischen dem Kalkschild und dem hornigen, flügelförmigen Theil bezeichnet. Letztere wird auch dadurch auffallend, dass die Anwachsstreifen viel feiner und dichter sind, als am Schilde selbst.

Diese Exemplare mittlerer Grösse bilden den ältesten Repräsentanten der bisher bekannten Sepien, ohne Berücksichtigung von *S. vera*, auf welcher man die Charaktere nich sieht. Doch ist es unwahrscheinlich, dass *S. vera* mit *S. hungarica* identificiert werden könnte.

Die bedeutende Lücke in der verticalen Verbreitung der Sepien, welche zwischen der mitteleocenen Sepia des Pariser Beckens, den miocenen Sepien des Wiener Beckens und Italiens war, ist jetzt etwas kleiner, indem *S. hungarica nova sp.* aus der oberen Bartonstufe die Lücke einigermassen ausfüllt.

Man muss also, um die Lücke der verticalen Verbreitung ausfüllen zu können, nur noch in den Oligocenschichten die Sepia auffinden.

Diese interessante Sepiaspecies stammt aus dem nördlichen

Theil eines bis zur Donau hinabragenden Berges im Osten von Piszke und dieser wurde bei dem Bau der Esztergomer (Gran) Eisenbahnlinie, die längst dem Donauufer aufgebaut wurde, abgeschnitten und so kam der Bryozoamergel, einer grossen Strecke entlang, auf die Oberfläche.

Aus demselben Gebiete machte ich im vorigen Jahre *Harpactocarcinus punctulatus Deson.* und *Xanthopsis Bittneri Lőrent.** bekannt. Ebenda zählte ich diejenigen Formen der reichen Fauna auf, welche bis jetzt bestimmt worden sind. *Sepia hungarica Lőrent.* ist hier mit dem Namen *Sepia sp. ind.* bezeichnet.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, den Herren Dr. ANTON KOCH, Budapester und Geh.-Rath K. A. v. ZITTEL, Münchener Universitätsprofessoren, welche diese Abhandlung ermöglichten, auch an dieser Stelle meinen innigsten Dank auszusprechen.

* DR. LÖRENTHEY IMRE: Palæontologiai tanulmányok a harmadkorú rákok köréből. (M. T. Akad. Mathem. term.-tud. Közlemények. XXVII. köt. 2. füzet.) — EM. LÖRENTHEY: Beiträge zur Decapodenfauna des ungarischen Tertiärs. [Természetrajzi Füzetek (a musæo nationali hungarico Budapestinensi vulgato) Vol. XXI. Pag. 10. 1898.]

21.

ÜBER DIE FUNDAMENTALGLEICHUNGEN DER HOMOGENEN LINEAREN DIFFERENTIALGLEICHUNGEN.

Von Prof. EMANUEL BEKE in Budapest.

Aus Mathematikai és Physikai Lapok (Mathematische und physikalische Blätter) 7. Band 1898. pag. 115—123.

In der Theorie der homogenen linearen Differentialgleichungen ist der folgende Satz von besonderer Wichtigkeit:*

Wenn zwei homogene lineare Gleichungen ein gemeinsames Integral besitzen, dann haben die, zu einem beliebigen singulären Punkt gehörenden Fundamentalgleichungen eine gemeinsame Wurzel. Es sei erlaubt einen neuen Beweis dieses Satzes mitzutheilen.

Zum Beweise benöthigen wir einen Determinantensatz, welcher an sich auch von Interesse sein dürfte.**

Sei

$$f(x)=(x-a_1)^{k_1}(x-a_2)^{k_2}\ldots(x-a_r)^{k_r} \qquad 1)$$

und

$$k_1+k_2+\cdots+k_r=n,$$

dann ist diese Determinante

* Thomé Crelle Journal 76, pag. 284. Frobenius Crelle Journal 80, pag. 317. Schlesinger Handbuch I. p. 111.

** Einen speciellen Fall dieses Determinantensatzes stellte Herr G. Rados als Aufgabe in den Math. u. Phys. Lapok Bd. I, p. 367.

$$\Delta = \begin{vmatrix} 1 & a_1 & a_1^2 & a_1^3 & \dots & a_1^{n-1} \\ 0 & 1 & 2a_1 & 3a_1^2 & \dots & (n-1)a_1^{n-2} \\ 0 & 0 & 2 & 6a_1 & \dots & (n-1)(n-2)a_1^{n-3} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & k_1!\binom{n-1}{k_1}a_1^{n-k_1-1} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ 1 & a_r & a_r^2 & a_r^3 & \dots & a_r^{n-1} \\ 0 & 1 & 2a_r & 3a_r^2 & \dots & (n-1)a_r^{n-2} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & k_r!\binom{n-1}{k_r}a_r^{n-k_r-1} \end{vmatrix}$$

von einem numerischen Factor abgesehen, gleich

$$f^{(k_1)}(a_1)^{k_1}\, f^{(k_2)}(a_2)^{k_2} \dots f^{(k_r)}(a_r)^{k_r}$$

wo $f^{(k_i)}$ die k_i-te Derivirte der ganzen Function 1) bedeutet.

Um diesen Hülfsatz zu beweisen, betrachten wir statt d Determinante 2) die folgende Determinante:

$$D = \begin{vmatrix} 1 & a_1 & a_1^2 & \dots & a_1^{n-1} \\ 1 & a_1+h & (a_1+h)^2 & \dots & (a_1+h)^{n-1} \\ 1 & a_1+2h & (a_1+2h)^2 & \dots & (a_1+2h)^{n-1} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ 1 & a_1+\overline{k_1-1}h & (a_1+\overline{k_1-1}h)^2 & \dots & (a_1+\overline{k_1-1}h)^{n-1} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ 1 & a_r & a_r^2 & \dots & a_r^{n-1} \\ 1 & a_r+h & (a_r+h)^2 & \dots & (a_r+h)^{n-1} \\ 1 & a_r+2h & (a_r+2h)^2 & \dots & (a_r+2h)^{n-1} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ 1 & a_r+\overline{k_r-1}h & (a_r+\overline{k_r-1}h)^2 & \dots & (a_r+\overline{k_r-1}h)^{n-1} \end{vmatrix}.$$

Diese Determinante transformiren wir in der Weise, dass wir in dem ersten, k_1 Zeile enthaltenden Theile zur $(i+1)$-ten Zeile die, mit $-i$ multiplicirte i-te Zeile, die mit $\binom{i}{2}$ multiplicirte $i-1$-te Zeile, die mit $-\binom{i}{3}$ multiplicirte $i-2$-te Zeile etc. hinzufügen, die Transformation bei der k_1-ten Zeile beginnend. In derselben Weise transformiren wir den folgenden, aus k_2 Zeilen bestehenden Theil der Determinante u. s. f.

Wenn wir nun in Betracht ziehen, dass die s-te Ableitung der Function $\varphi(x)$ der Coefficient von h^s in dem Ausdruck

$$\psi(x)=\varphi(x+h)-\varphi(x+sh)+s\varphi(x+\overline{s-1}h)+ \\ +\binom{s}{2}\varphi(x+\overline{s-2}h)+\cdots+(-1)^s\varphi(x)$$

ist, dann folgt, dass in dem ersten, k_1 Zeile enthaltenden Theile der transformirten Determinante, in den Elementen der $i+1$-ten Zeile die Coefficienten von h^i die i-ten Ableitungen der entsprechenden Elemente der ersten Zeile sein werden; in dem zweiten Theile die Coefficienten von h^i in der $i+1$-ten Zeile die i-ten Ableitungen der entsprechenden Elemente der k_1+1-ten Zeile der Determinante D sein werden u. s. f. Wenn wir also aus einer jeden Zeile die niedrigste Potenz von h, also im ganzen die

$$e=\binom{k_1}{2}+\binom{k_2}{2}+\cdots+\binom{k_r}{2}$$

-te Potenz von h herausheben, dann sind die Coefficienten von h^0 in der verbleibenden Determinante genau die Elemente der ursprünglichen Determinante Δ. Wenn wir also die Determinante D nach Potenzen von h ordnen, dann ist der Coefficient von h^e in dieser Determinante genau die Determinante Δ.

Nun ist aber die Determinante D nichts Anderes, (absolut genommen) als das Differenzenproduct der Elemente der zweiten Columne dieser Determinante.

Bei der Bildung dieses Productes nehmen wir zuerst die Elemente der zweiten Columne *eines Theiles* in Betracht, welche nur in den Vielfachen von h von einander differiren. Auf dieser Weise erhalten wir aus dem ersten Theile das Product:

$$(k_1-1)!\,(k_1-2)!\ldots 2\,.\,h^{\binom{k_1}{2}}$$

aus dem zweiten Theile entsprechend:

$$(k_2-1)!\,(k_2-2)!\ldots 2\,.\,h^{\binom{k_2}{2}}$$

u. s. f. Wenn wir hingegen die Differenzen aus den Elementen der ersten zwei Theile bilden, dann erhalten wir die $k_1 k_2$ Differenzen folgender Gestalt:

$$a_2-a_1+\rho h,$$

wo ρ eine ganze Zahl bedeutet. Wenn wir diese Bildung fortsetzen, dann erhalten wir die Determinante D in der Gestalt:

$$D=(k_1-1)!\,(k_1-2)!\ldots 2\ldots(k_r-1)!\,(k_r-2)!\ldots 2.\\ h^{\rho}.\,\Pi(a_i-a_k+\rho h),$$

folglich ist in der Determinante D der Coefficient von h^{ρ} von dem Product

$$\Pi(a_i-a_j)^{k_i k_j}$$

nur in dem voranstehenden numerischen Factor verschieden. Da aber

$$f^{(k_i)}(a_i)=k_i!\,\Pi(a_i-a_j)^{k_j}$$

folglich ist die Determinante Δ, abgesehen von einem, von 0 verschiedenen numerischen Factor, gleich

$$f^{(k_1)}(a_1)^{k_1}\,f^{(k_2)}(a_2)^{k_2}\ldots\ f^{(k_r)}(a_r)^{k_r},$$

womit unser Hülfssatz bewiesen ist.

Nun können wir zum Beweise des in Rede stehenden Satzes übergehen.

Seien die gegebenen homogenen linearen Differentialgleichungen die folgenden:

$$y^{(p)}+a_1 y^{(p-1)}+a_2 y^{(p-2)}+\cdots+a_p y=0\\ y^{(q)}+b_1 y^{(q-1)}+b_2 y^{(q-2)}+\cdots+b_q y=0. \qquad 6)$$

Wenn die, zu dem singulären Punkt a gehörenden Fundamentalgleichungen lauter verschiedene Wurzeln besitzen, dann ist ein kanonisches Fundamentalsystem

$$u_1,\ u_2,\ \ldots,\ u_p \qquad 7)$$

vorhanden, dessen Elemente bei dem Umgang von x um den singulären Punkt a mit den Wurzeln der ersten Fundamentalgleichung

$$\omega_1,\ \omega_2,\ \ldots,\ \omega_n \qquad 8)$$

multiplicirt werden. Gleichfalls existirt ein Fundamentalsystem der zweiten Differentialgleichung

$$v_1,\ v_2,\ \ldots,\ v_q \qquad 9)$$

dessen Elemente beim selben Umgang mit den Wurzeln der zweiten Fundamentalgleichung

$$\rho_1,\ \rho_2,\ \ldots,\ \rho_q \qquad 10)$$

multipliciert werden.

Nach unserer Voraussetzung sind die Wurzeln 8) untereinander verschieden. Ebenso die Wurzeln 10). Wenn nun die Differentialgleichungen 6) ein gemeinsames Integral besitzen, dann kann man dieses Integral so durch das Fundamentalsystem 7) als durch das Fundamentalsystem 9) linear ausdrücken, folglich besteht zwischen diesen Fundamentalsystemen die identische Beziehung:

$$c_1u_1+c_2u_2+\cdots+c_pu_p+d_1v_1+d_2v_2+\cdots+d_qv_q=0, \qquad 11)$$

wo die Coefficienten c und d Constante sind.

Wenn nun die veränderliche x um den singulären Punkt a einen elementaren Umgang macht, dann wird aus der Identität 11) die Folgende:

$$\begin{aligned} &c_1\omega_1u_1+c_2\omega_2u_2+\cdots+c_p\omega_pu_p+\\ &+d_1\rho_1v_1+d_2\rho_2v_2+\cdots+d_q\rho_qv_q=0 \end{aligned} \qquad 12)$$

und nach i Umgängen:

$$\begin{aligned} &c_1\omega_1^iu_1+c_2\omega_2^iu_2+\cdots+c_p\omega_p^iu_p+\\ &+d_1\rho_1^iv_1+d_2\rho_2^iv_2+\cdots+d_q\rho_q^iv_q=0. \end{aligned} \qquad 13)$$

Wenn wir in dieser Gleichung für i die Zahlen:

$$0,\ 1,\ 2,\ \ldots,\ p+q-1$$

einsetzen, dann erhalten wir ein System linearer Gleichungen, welches nur dann in den

$$c_1 u_1,\ c_2 u_2,\ \ldots,\ c_q v_q$$

von 0 verschiedene Lösungen hat, wenn die Determinante

$$\begin{array}{ccccc} 1 & \omega_1 & \omega_1^2 & \ldots & \omega_1^{p+q-1} \\ 1 & \omega_2 & \omega_2^2 & \ldots & \omega_2^{p+q-1} \\ . & . & . & \ldots & . \\ 1 & \omega_p & \omega_p^2 & \ldots & \omega_p^{p+q-1} \\ 1 & \rho_1 & \rho_1^2 & \ldots & \rho_1^{p+q-1} \\ . & . & . & \ldots & . \\ 1 & \rho_q & \rho_q^2 & \ldots & \rho_q^{p+q-1} \end{array}$$

verschwindet. Da aber so die Grössen ω als die Grössen ρ unter sich verschieden sind, so kann diese Determinante nur in dem Falle verschwinden, wenn unter den Grössen ω wenigstens einer mit einem der Grössen ρ übereinstimmt. Damit ist unser Satz in diesem Falle bewiesen.

Wenn hingegen unter den Wurzeln der zu einem singulären Punkt a gehörenden Fundamentalgleichungen der gegebenen Differentialgleichungen 6) auch gleiche vorkommen, dann benützen wir zum Beweise des in Rede stehenden Satzes, die Jordan'sche Gruppen kanonischer Integrale.* Sei die Fundamentalgleichung der ersten Differentialgleichung:

$$\varphi(x) = (x-a_1)^{k_1}(x-a_2)^{k_2}\ldots(x-a_\varrho)^{k_\varrho} = 0 \qquad 14)$$

und die Fundamentalgleichung der zweiten Differentialgleichung:

$$\psi(x) = (x-a_{\varrho+1})^{k_{\varrho+1}}(x-a_{\varrho+2})^{k_{\varrho+2}}\ldots(x-a_r)^{k_r}, \qquad 15)$$

wo

$$k_1 + k_2 + \cdots + k_\varrho = p$$

und

$$k_{\varrho+1} + k_{\varrho+2} + \cdots + k_r = q$$

ist, dann gehört z. B. zur Wurzel a_1 eine Gruppe

$$u_{11},\ u_{21},\ \ldots,\ u_{k_1 1},$$

* Jordan Cours d'Analyse III. p. 173.

kanonischer Integrale, welche bei einem Umgang von x um a die folgende Transformation erleidet:

$$\begin{aligned}
u_{11}^{\mathrm{I}} &= a_1 u_{11} \\
u_{21}^{\mathrm{I}} &= a_1 u_{21} + u_{11} \\
u_{31}^{\mathrm{I}} &= a_1 u_{31} + u_{21} \\
&\cdots\cdots\cdots \\
u_{k_1 1}^{\mathrm{I}} &= a_1 u_{k_1 1} + u_{k_1 - 1,1}
\end{aligned} \tag{16}$$

wo u^{I} den Functionszweig bedeutet, in welchen u übergeht. Nach einem zweiten Umgang gehen diese Zweige in die folgenden Zweige über:

$$\begin{aligned}
u_{11}^{\mathrm{II}} &= a_1^2 u_{11} \\
u_{21}^{\mathrm{II}} &= a_1^2 u_{21} + 2a_1 u_{11} \\
u_{31}^{\mathrm{II}} &= a_1^2 u_{31} + 2a_1 u_{21} + u_{11} \\
&\cdots\cdots\cdots \\
u_{k_1 1}^{\mathrm{II}} &= a_1^2 u_{k_1 1} + 2a_1 u_{k_1 - 1,1} + u_{k_1 - 2,1}.
\end{aligned} \tag{16a}$$

und nach einem dritten Umgang in die folgenden Zweige:

$$\begin{aligned}
u_{11}^{\mathrm{III}} &= a_1^3 u_{11} \\
u_{21}^{\mathrm{III}} &= a_1^3 u_{21} + 3a_1^2 u_{11} \\
u_{31}^{\mathrm{III}} &= a_1^3 u_{31} + 3a_1^2 u_{21} + 3a_1 u_{11} \\
&\cdots\cdots\cdots \\
u_{k_1 1}^{\mathrm{III}} &= a_1^3 u_{k_1 1} + 3a_1^2 u_{k_1 - 1,1} + 3a_1 u_{k_1 - 2,1} + u_{k_1 - 3,1}
\end{aligned}$$

u. s. f. Zu einer jeden Wurzel der Fundamentalgleichung $\varphi(r)=0$ gehört eine solche Gruppe. Ebenso zu einer jeden Wurzel der Gleichung $\varphi'(r)=0$. Wenn nun die Differentialgleichungen 6) ein gemeinsames Integral y besitzen, dann lässt sich dieses durch beide kanonischen Fundamentalsysteme ausdrücken. Wenn wir die zu der k_i-fachen Wurzel a_i gehörende Gruppe mit

$$u_{1i},\ u_{2i},\ \ldots,\ u_{k_i i}$$

bezeichnen, dann besteht die folgende Identität:

$$\begin{aligned}
&c_{11}u_{11} + c_{21}u_{21} + \cdots + c_{k_1 1}u_{k_1 1} + \cdots + \\
&+ c_{1r}u_{1r} + c_{2r}u_{2r} + \cdots + c_{k_r r}u_{k_r r} = 0.
\end{aligned} \tag{17}$$

Wenn nun x nacheinander $p-q-1=n-1$ Umläufe macht, dann erhalten wir wieder ein lineares System von Gleichungen in den c_{ik}, welche nur dann bestehen können, wenn diese Determinante:

$$\begin{vmatrix} u_{11} & u_{11}^{I} & u_{11}^{II} & \dots & u_{11}^{(n-1)} \\ u_{21} & u_{21}^{I} & u_{21}^{II} & \dots & u_{21}^{(n-1)} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ u_{k_1 1} & u_{k_1 1}^{I} & u_{k_1 1}^{II} & \dots & u_{k_1 1}^{(n-1)} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ u_{1r} & u_{1r}^{I} & u_{1r}^{II} & \dots & u_{1r}^{(n-1)} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ u_{k_r r} & u_{k_r r}^{I} & u_{k_r r}^{II} & \dots & u_{k_r r}^{(n-1)} \end{vmatrix}$$

identisch verschwindet.

Wenn wir diese Determinante so transformiren, dass wir die erste Zeile mit $\frac{u_{21}}{u_{11}}$ multiplicirt aus der zweiten Zeile subtrahiren, dann wieder die erste Zeile mit $\frac{u_{31}}{u_{11}}$ und die Zweite mit $\frac{u_{21}}{u_{11}}$ multiplicirt aus der Dritten u. s. f. subtrahiren und dabei die Relationen 16), 16a) etc. in Betracht ziehen, und gerade so jede Abtheilung transformiren, und dann noch in jedem Theil der erhaltenen Determinante die i-te Zeile mit $(i-1)!$ multipliciren, dann erhalten wir den folgenden Ausdruck:

$$u_{11}u_{12}\dots u_{1r}\begin{vmatrix} 1 & a_1 & a_1^2 & \dots & a_1^{n-1} \\ 0 & 1 & 2a_1 & \dots & (n-1)a_1^{n-2} \\ 0 & 0 & 2 & \dots & (n-1)(n-1)a_1^{n-3} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ 0 & 0 & 0 & \dots & k_1!\binom{n-1}{k_1}a^{n-k_1-1} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ 1 & a_r & a_r^2 & \dots & a_r^{n-1} \\ 0 & 1 & 2a_r & \dots & (n-1)a_r^{n-2} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ 0 & 0 & 0 & \dots & k_r!\binom{n-1}{k_r}a^{n-k_r+1} \end{vmatrix}$$

Das voranstehende Product kann nicht verschwinden, da die ersten Elemente der Jordan'schen Gruppen nicht identisch verschwinden können, folglich muss die Determinante verschwinden. Diese Determinante ist genau dieselbe wie die Determinante 2). Wenn wir also aus den zwei Fundamentalgleichungen eine neue Gleichung

$$f(x) = \varphi(x) . \psi(x) = 0$$

bilden, dann muss nach dem bewiesenen Hülfssatze:

$$f^{(k_1)}(a_1) f^{(k_2)}(a_2) \ldots f^{(k_r)}(a_r) = 0$$

sein. Wenn unter den Wurzeln

$$a_1, a_2, \ldots, a_r$$

keine Gleichen vorhanden wären, dann wäre a_i nur eine k_i-fache Wurzel der Gleichung $f(x) = 0$; es muss also unter den Wurzeln $\psi(x) = 0$ auch solche geben, welche der Gleichung $\varphi(x) = 0$ genügen. Damit ist also der erwähnte Satz allgemein bewiesen.

22.

BEOBACHTUNGEN AM PSYCHROMETER MIT UND OHNE ASPIRATION.

Von J. HEGYFOKY.

Aus «Pótfüzetek a Természettudományi Közlönyhez» (Supplementhefte zu den Naturwiss. Mittheilungen) 1899. I.

Vom 16. Mai 1896 bis. 31. Mai 1897 wurden zu Turkeve, in der Mitte des Landes, auf der grossen ungarischen Tiefebene (47°6′ N. Br., 20°45′ Ö. L. v. Gr., 88 m Seehöhe) mit dem Assmann'schen Psychrometer (Nr. 149) um 7 a., 2 und 9 p. Beobachtungen angestellt; theils um den Einfluss zu bestimmen, den die Aufstellung der Thermometer auf die Angaben derselben ausübt, theils um einen Punkt zu erhalten, mit welchem ein Vergleich anderer Stationen gemacht werden könne, um etwaige falsche Ansichten in Bezug der Temperatur der grossen Tiefebene zu beseitigen.

Über die *Aufstellung* sei Folgendes bemerkt. Ein Psychrometer mit Blechbeschirmung befand sich neben dem Hausgebäude in 2·25 Meter Entfernung von der gegen NE gerichteten Wand, welches zwei Pfeiler von 50—50 cm Durchschnitt und 35 cm Zwischenraum gegen die Morgensonne im Sommer schützten und das einen Abstand von 30 cm von denselben hatte. Die 4·5 Meter hohe Wand wird im Sommerhalbjahr um 7 a. zum Theil von den Sonnenstrahlen getroffen, zum Theil durch Akazienbäume beschattet. Gegen 3 Uhr Nachmittags bescheint die Sonne kurze Zeit hindurch die zwei Pfeiler. Ein anderes Psychrometer mit Blechbeschirmung wurde 26 Meter weit vom genannten im Garten unter einer Akazie placiert und durch einen kleinen Heuhaufen gegen die Morgensonne im Schatten gehalten. So lange der Baum

belaubt ist, treffen directe Strahlen um 2 p. nur sehr spärlich den Blechcylinder. Vom genannten Punkte 8 m gegen Süden stand der Pfahl, an welchem das Aspirationspsychrometer aufgehängt wurde, und zwar meistens eine Stunde, oder wenigstens eine halbe Stunde vor der Terminablösung. Gleich darnach wurde dasselbe aufgezogen und neben dem Standpsychrometer am Gebäude aufgehängt und gleichzeitig mit demselben abgelesen, ebenso wie im Garten mit jenem unter dem Akazienbaum.

Das Aspirationspsychrometer hat bei «0» Grad keinen Correctionsfehler, zwischen + 15 und + 30 Grad ist der Stand desselben 0·01 bis 0·04 C° zu hoch. Die anderen Thermometer bedürfen bei «0» einer Correction von etwa — 0·1, die aber an den Angaben deshalb nicht angebracht wurde, weil sie bei anderen Ständen nicht ermittelt war. Laut Mittheilung des Herrn ASSMANN beträgt die mittlere Luftstromgeschwindigkeit am Aspirationspsychrometer 2·72 m. p. sec., und die Ablaufszeit 12¼ Minuten.

Dann und wann erlaubten es mir die Umstände nicht, die Beobachtungen am Aspirationspsychrometer anzustellen, mithin beziehen sich die Monatsmittel nicht immer auf ganze Monate. Von längster (9 Tage) Dauer ist die Pause ohne Beobachtung, als die Feder brach und das Uhrwerk in die Werkstätte des Herrn FUESS am 19. October 1896 nach Steglitz gesandt werden musste. Im Uebrigen fehlen die Beobachtungen von:

	7 a.	2 p.	9 p.	
Im Mai 1896 an	2	3	2	Tagen
» Sept. 1896 an	4	4	4	»
» Oct. 1896 an	9	8	9	»
» Jan. 1897 an	3	2	3	»
» Apr. 1897 an	1	2	1	»
» Mai 1897 an	2	1	2	»
Summe	21	20	21	Tagen.

Bemerkt sei, dass die Monatsmittel aller vierortigen Ablesungen auf dieselben Tage sich beziehen, mithin vollkommen vergleichbar sind; ferner, dass die Windschutzvorrichtung nie aufgesetzt wurde.

I. Die Temperatur.

Die normale Temperatur bezieht sich auf das Aspirationspsychrometer im Garten, welches den Sonnenstrahlen und dem verschiedenen Gange der Witterung ausgesetzt war. Da zwischen den vier Ablesungen nur einige Minuten verstrichen sind, können dieselben als gleichzeitig betrachtet werden. Es muss jedoch hervorgehoben werden, dass das Instrument äusserst empfindlich ist und dass das feuchte Thermometer mehr in Unruhe sich befand, als das trockene, besonders wenn Sonnenschein und Wolken wechselten. Es gehört eine gewisse Geschicklichkeit dazu, gerade den tiefsten Stand nach dem Aufziehen des Uhrwerkes nicht zu verfehlen. Entstand Zweifel darüber, dann wurde noch einmal aufgezogen.

Die Temperatur im Garten und neben dem Gebäude stellt die Tabelle I dar. (Siehe pag. 294.)

Gegen die normale Aufstellung des Aspirationsthermometers im Garten stellt sich die Temperatur $\frac{(7+2+9)}{3}$ im Allgemeinen neben dem Gebäude und unter dem Akazienbaume etwas höher heraus, und zwar um 0·08 C°. beim Aspirationsthermometer, um 0·23, 0·24 * beim Standthermometer.

Anders gestalten sich die Differenzen in den einzelnen Terminstunden. Das Aspirationsthermometer neben dem Gebäude steht Früh und Abends höher, Mittags aber niedriger, als im Garten, besonders im Sommer. *Die Wände wirken also Früh und Abends temperaturerhöhend, Mittags temperaturerniedrigend.*

Etwas modificiert kommen diese Eigenthümlichkeiten auch bei dem Standthermometer neben dem Gebäude vor, sind jedoch Mittags geringer, Früh und Abends aber grösser.

Das Standthermometer im Garten unter der Akazie zeigt im Jahresmittel Früh und Abends fast die gleiche Temperatur, als das Aspirationsthermometer in normaler Aufstellung, Mittags aber steht es um 0·66° höher. Im Sommer und Herbst befindet es sich

* Nimmt man die Correction des Nullpunktes —0·1 in Betracht, dann ist die Differenz 0·13, 0·14 C°.

zu der Zeit (2 p.) fast vollkommen im Schatten, und steht also nur um 0·39, resp. 0·23° höher, als das normale aspirierte Thermometer; im Winter und besonders im Frühling zeigt es aber 0·81, respective 1·20° mehr, als das Aspirationsinstrument, weil der Baum entlaubt dasteht, und der Frühling eine stärkere Sonnenstrahlung aufweist, als der Winter.

Ist die Temperatur schon im Allgemeinen um 2 p. niedriger neben dem Gebäude, als im Garten, so ist sie es noch mehr, wenn die Sonne scheint, wie es aus Tabelle II erhellt. (Siehe pag. 295.)

Die Tabelle II gibt zu erkennen, dass an Tagen mit Sonnenschein um 2 p. die Temperatur neben dem Gebäude in allen vier Jahreszeiten niedriger ist, besonders im Sommer, als im Garten. Scheint die Sonne um 2 p. nicht, dann ist der Wärmegrad neben dem Gebäude und im Garten, im Winter und Frühling ganz gleich, nur im Sommer ist er etwas grösser im Garten, als neben dem Gebäude. Im Herbst ist die Differenz noch geringer. Auch das feuchte Thermometer steht etwas niedriger neben dem Gebäude, als im Garten, wenn die Sonne scheint; scheint sie nicht, dann verschwindet die Differenz, oder aber es zeigt sich, jedoch in sehr geringem Maasse, ein entgegengesetztes Verhalten zwischen Gebäude und Garten. *Das Gebäude wirkt also mehr temperaturerniedrigend an Tagen mit, als an jenen ohne Sonnenschein. Die Differenz beträgt im Sommer 0·69 C°.*

Im Garten stellt sich eine grössere Psychrometerdifferenz heraus, als neben dem Gebäude, falls die Sonne scheint; scheint sie nicht, dann wird sie fast gleich. Daraus folgt, dass neben dem Gebäude die Luft immer, besonders aber bei Sonnenschein feuchter ist, als im Garten. Nach der Formel, die unten angeführt wird, gerechnet, bekommt man folgendes Resultat für die Differenz zwischen Gebäude und Garten:

	Bei Sonnenschein Feuchtigkeit um 2 p.		Bei Nichtsonnenschein Feuchtigkeit um 2 p.	
	Absolute	Relative	Absolute	Relative
	mm	%	mm	%
Sommer	44	5	37	4
Herbst	15	3	07	1
Winter	10	3	01	0
Frühling	15	1	09	1
Jahr	21	3	09	

Auch in Bezug auf den Bewölkungsgrad *0* und *10* wurden die Daten des Aspirationsthermometers im Garten gruppiert; weil aber die Zahl der Tage sehr ungleich sich für die drei Terminstunden herausstellte, so kann man nur die Beobachtungen um 9 p. einigermassen vergleichen. An ganz reinen Tagen war auch Abends um 9 Uhr die Temperatur höher, als an ganz bewölkten Tagen; Ausnahme macht der Winter, wo der Wärmegrad bei *0* Bewölkung geringer ist, als bei *10*.

Die Veränderlichkeit der Temperatur von einem Tag zum anderen ist neben dem Gebäude etwas geringer, als im Garten. Sie beträgt nämlich beim aspirierten Thermometer in Betreff der Tagesmittel $\frac{(7+2+9)}{3}$ C°.

	Im Garten	Neben dem Gebäude	Diff.
Sommer	1·87	1·71	—·16
Herbst	1·73	1·65	—·08
Winter	1·91	1·83	—·08
Frühling	1·62	1·56	—·06
Jahr	1·78	1·69	—·09

Wie man sieht, ist die Differenz zwischen Garten und Gebäude im Sommer am grössten.

Auch die Erwärmungen und Erkaltungen von einem Tage zum anderen fallen im Garten etwas grösser aus, als neben dem Gebäude. Die Tagesmittel ergeben am Aspirationsthermometer folgendes Resultat C°:

	Im Garten Erwärmung	Neben dem Gebäude Erwärmung	Diff.	Im Garten Erkaltung	Neben dem Gebäude Erkaltung	Diff.
Sommer	1·68	1·60	—·08	2·15	1·84	—·31
Herbst	1·64	1·60	—·04	1·79	1·69	—·10
Winter	2·15	2·13	—·02	1·72	1·65	—·07
Frühling	1·62	1·45	—·17	1·86	1·80	—·06
Jahr	1·77	1·68	—·09	1·88	1·74	—·14

Das Gebäude verzögert die Erwärmungen am meisten im Frühling, und die Erkaltungen im Sommer.

Vergleichen wir nun die Daten der Terminstunde 2 p. am aspirierten und unaspirierten Thermometer in Bezug der Veränderlichkeit von einem Tage zum anderen, so erhalten wir folgendes Resultat:

1. Die interdiurne Veränderlichkeit ist laut dem aspirierten Thermometer neben dem Gebäude geringer, als im Garten, und laut dem unaspirierten Instrumente ist sie neben dem Gebäude noch etwas geringer, als laut dem Aspirationsthermometer. Das Standthermometer im Garten zeigt kleinere Veränderungen von Tag zu Tag im Sommer und Herbst, wenn der Akazienbaum belaubt ist, als im Winter und Frühling, gegenüber dem Aspirations-Thermometer, so dass das Jahresmittel bei beiden fast gleich ausfällt.

2. Die Erwärmungen stellen sich am Aspirationsthermometer neben dem Gebäude kleiner heraus, als im Garten, und laut dem unaspirierten Thermometer zeigen sie sich neben dem Gebäude noch kleiner, als nach dem aspirierten. Das Standthermometer im Garten giebt im Sommer und Herbst geringere, im Winter und Frühling aber unter der entlaubten Akazie grössere Erwärmungen an, als das aspirierte am normalen Platze.

3. Die Erkaltungen zeigen neben dem Gebäude einen geringeren Grad, als im Garten; einen noch geringeren weiset das nicht aspirierte, als das aspirierte Thermometer neben dem Gebäude auf. Im Herbst treten an beiden Instrumenten gleichgradige Erkaltungen neben dem Gebäude auf. Am Standthermometer im Garten stellen sich im Sommer und Herbst kaum grössere Erkaltungen heraus, als am aspirierten; im Winter ist keine Differenz wahrnehmbar, jedoch im Frühling sind die Erkaltungen intensiver am Standthermometer, als am ventilierten.

Nähere Auskunft in Betreff des Gesagten ertheilt uns Tabelle III. (Siehe pag. 296.)

Aus der Tabelle III geht auch noch hervor, dass die Veränderlichkeit im Allgemeinen ebenso, wie die Erwärmungen und Erkaltungen einen viel grösseren Grad um 2 Uhr Nachmittags aufweisen, als die Tagesmittel $\frac{7+2+9}{3}$.

Da an Tagen mit Sonnenschein die Temperatur um 2 p. höher ist, als an jenen ohne Sonnenschein, so kann als wahrscheinlich angenommen werden, dass auch die Erwärmungen und Erkaltungen gewisse Eigenthümlichkeiten zeigen werden. Zu dem Behufe wurden nur die Daten des Aspirationsthermometers im

Garten und neben dem Gebäude in Betracht gezogen, je nach dem heute und morgen die Sonne schien oder nicht schien, oder aber sie schien heute und morgen nicht, oder sie schien heute nicht, sondern nur morgen. Zwei aufeinander folgende Tage sind also bezeichnet:

S—*S* (Sonnenschein — Sonnenschein).
S—*Ks* (Sonnenschein — Kein Sonnenschein).
Ks—*S* (Kein Sonnenschein — Sonnenschein).
Ks—*Ks* (Kein Sonnenschein — Kein Sonnenschein).

Tabelle IV macht uns mit der Grösse der Veränderlichkeit um 2 p. bekannt. (Siehe pag. 297.)

Das Resultat der Tabelle IV ist folgendes:

1. Die Erwärmungen laut den Daten 2 p. stellen sich im Allgemeinen zwischen zwei Tagen neben dem Gebäude kleiner heraus, als im Garten; folgt aber auf Sonnenschein kein Sonnenschein, was sehr selten vorkam, dann findet das Gegentheil statt, indem neben dem Gebäude die Erwärmungen grösser sind, als im Garten. Die bei gestrigem Sonnenschein verschluckte Wärme strahlt also heute aus.

Im Garten sowohl, als neben dem Gebäude, ist die Erwärmung am intensivsten, wenn auf einen Tag ohne Sonnenschein ein solcher mit Sonnenschein folgt; jedoch ist die Erwärmung in diesem Fall neben dem Gebäude geringer, als im Garten, was auf einem Nachwirken des Gebäudes beruht. Auffallend ist die Erscheinung, dass die Erwärmung stärker ist zwischen zwei Tagen ohne, als mit Sonnenschein. Am häufigsten tritt Erwärmung ein, wenn auf einen Tag mit Sonnenschein ein eben solcher folgt.

2. Die Erkaltung ist neben dem Gebäude meistens dann geringer, als im Garten, wenn auf einem Tag mit Sonnenschein ein solcher ohne Sonnenschein folgt. Es strahlen dazumal die Mauern Wärme aus.

In anderen Fällen treffen wir geringere Erkaltungen an, ebenso neben dem Gebäude, als im Garten. Im Sommer und Herbst sind sie etwas stärker neben dem Gebäude, als im Freien, im Winter und Frühling hingegen sind sie im Garten etwas grösser, als neben der Mauer.

II. Die absolute Feuchtigkeit.

Zur Berechnung der Feuchtigkeit hat Herr SPRUNG folgende Formel für das Aspirationspsychrometer aufgestellt:

$$f = f' - {}^1/_2 (t - t') \frac{b}{755}.$$

In dieser Formel ist f die gesuchte Dampfspannung, f' die der Temperatur des feuchten Thermometers t' entsprechende Dampfspannung, b der Barometerstand, t die Temperatur des trockenen Thermometers.

Da der Factor $\frac{b}{755}$ meistens sehr geringfügig ist, wurde er nicht angebracht an die Daten der Feuchtigkeit; gewöhnlich wäre die anzubringende Correction geringer, als 0·1 mm, bis 733·6 mm Luftdruck und 35·2° C. Temperatur würde sie 0·27 mm betragen. Solche extreme Fälle kommen aber kaum vor.

Auch deshalb wurde die Correction wegen des Barometerstandes nicht angebracht, weil die Dampfspannung auch nach den Monatsmitteln des trockenen und feuchten Thermometers berechnet wurde. Es wäre also entsprechend den extremsten Monatsmitteln des Luftdruckes in dem einen Fall nur + 0·003, in dem anderen — 0·018 mm bei dem Dampfdruck als Correction zu gebrauchen.

Der Dampfdruck wurde aus jedem Psychrometerstand, und auch aus den Monatsmitteln des trockenen und feuchten Thermometers berechnet. Das Resultat stellt Tabelle V dar, auf welcher auch die Differenzen zwischen den zwei Arten der Berechnung zu finden sind. Für das nicht aspirierte Psychrometer sind laut der regelmässigen Aufzeichnungen die Daten für 7 a. und 9 p. des Gartens, für 2 p. der Gebäudeaufstellung entnommen worden.

Aus Tabelle V erhellt Folgendes:

1. Das nicht aspirierte Psychrometer giebt neben dem Gebäude ebenso, wie im Garten, grösseren Dampfdruck an, jedoch mit dem Unterschiede, dass derselbe neben dem Gebäude im Windschatten noch grösser ist, als im Freien.

2. Auch das Aspirationspsychrometer zeigt etwas mehr absolute Feuchtigkeit neben der Mauer, als im Garten.

3. Die Differenz zwischen dem Gebäude und dem Garten ist nicht constant; im Sommer ist sie am grössten, im Winter verschwindet sie beim Aspirationspsychrometer.

4. Der tägliche Gang ist im Sommer verschieden von jenem der anderen Jahreszeiten laut der Angaben des aspirierten Instrumentes; das Minimum stellt sich nämlich um 2 p. ein, in den anderen Jahreszeiten hingegen um 7 a., das Maximum im Sommer um 7 a., sonst aber um 2 p. Der Frühling scheint bei letzterem eine Ausnahme zu machen.

5. Bei dem nicht aspirierten Psychrometer stellt sich der tägliche Gang nicht so klar heraus; das Minimum im Sommer um 2 p. ist kaum wahrnehmbar, hingegen bemerkt man das Maximum im Frühling nicht Abends, sondern Mittags.

6. Die letzten drei verticalen Spalten geben zu erkennen, dass man einen sehr kleinen Fehler begeht, wenn man den Dampfdruck aus den Monatsmitteln des trockenen und feuchten Thermometers berechnet, anstatt denselben aus jeder Ablesung separat anzugeben.

III. Die relative Feuchtigkeit.

Wie die absolute, so wurde auch die relative Feuchtigkeit theils aus den einzelnen Beobachtungen, theils aus den Monatsmitteln des trockenen und feuchten Thermometers berechnet. Die diesbezüglichen Daten wurden beim Aspirationspsychrometer laut der angeführten Formel gebildet, bei dem nicht aspirierten einfach den gewöhnlichen Tafeln entnommen.

Tabelle VI stellt die relative Feuchtigkeit analog der absoluten dar. (Siehe pag. 299.)

Aus Tabelle VI stellt sich Folgendes heraus:

1. Um 2 p. ist die Luft sowohl nach dem aspirierten, als nicht aspirierten Psychrometer neben dem Gebäude feuchter, als im Garten; sie ist mehr feucht nach letzterem, als ersterem Instrument, und zwar am meisten im Sommer um 8, respective um 4%.

2. Früh und Abends zeigt sich kaum eine Differenz nach den Angaben des Aspirationspsychrometers beim Gebäude und im Garten. Das nicht aspirierte Instrument lässt die Luft, mit Aus-

nahme des Winters, feuchter erscheinen, als sie sich nach der Aspiration darstellt, und zwar im Sommer um 3%.

3. Das Minimum der relativen Feuchtigkeit stellt sich ebenso beim aspirierten, als nicht aspirierten Psychrometer im Sommer um 2 p. ein, das Maximum im Winter um 7 a. und zwar gleichzeitig im Garten und neben dem Gebäude.

Es muss besonders hervorgehoben werden, dass das nicht aspirierte Psychrometer im Garten im Winter Früh und Abends vollkommen gleiche Feuchtigkeit mit dem Aspirationspsychrometer angiebt; ja um 7 a. sogar noch um 1% geringeren Werth aufweist, als das aspirierte Instrument.

IV. Die Extreme.

Zur Charakterisierung der Daten des aspirierten und nicht aspirierten Psychrometers neben dem Gebäude und im Garten mögen noch die Extreme der Terminstunden angeführt werden. Die Tabellen VII, VIII, IX machen uns damit bekannt. (Siehe pag. 300, 301, 302.)

Tabelle VII lässt erkennen, dass die Maxima der Temperatur auch bis 2·2° niedriger sind neben dem Gebäude, als im Garten nach dem aspirierten Thermometer. Das nicht aspirierte Instrument im Garten stand auch bis 2·0° höher, als das aspirierte daselbst.

Die Minima sinken neben dem Gebäude weder am aspirierten, noch am unaspirierten Thermometer so tief, wie am aspirierten im Garten. Das nicht aspirierte Gartenthermometer fällt in den kälteren Monaten tiefer, als das aspirierte, in den wärmeren aber nicht so tief, wie dieses. Es kamen im Winter Fälle vor, dass das aspirierte Thermometer nach dem Aufziehen der Feder stieg, dann wieder sank, jedoch nicht so tief, als es vor dem Aufziehen stand. Auch ereignete es sich, dass bei Schneefall das feuchte Aspirationsthermometer höher stand, als das trockene, und auch nach langem Warten nicht die Temperatur des trockenen annahm.

Die Schwankung der Extreme beträgt im Garten nach dem Aspirationsthermometer 50·8 C°, Maximum 35·2, Minimum — 15·6 C°.

Tabelle VIII belehrt uns darüber, dass die Maxima des Dampf-

druckes neben dem Gebäude auch bis 1·05 mm, jene im Garten dem Aspirationspsychrometer zufolge übersteigen. Bei den nicht aspirierten Instrumenten ist die Differenz noch grösser. Auch die Minima zeigen analoges Verhalten, besonders wenn die Thermometer nicht aspiriert sind. Das absolute Maximum stellte sich mit 17·37 mm. am 22. Juli 9 p. ein, das Minimum mit 1·12 mm am 19. December 2 p. Die Schwankung beträgt 16·25 mm.

Tabelle IX thut dar, dass die relative Feuchtigkeit am meisten von den Daten des Aspirationspsychrometers dann abweicht, wenn die Luft sehr trocken ist. Dazumal ist es das nicht aspirierte Psychrometer neben dem Gebäude, welches die grössten Werthe aufweist, besonders dann, wenn der Wind aus der SW-Hälfte des Horizontes weht und die Thermometer nicht genügend umspült. Ist die Luft mit Feuchtigkeit gesättigt, oder diesem Grade ganz nahe, dann zeigen die verschiedenen Thermometer kaum namhafte Differenzen.

Laut aspirierten Psychrometer ist die Luft bei grosser Feuchtigkeit etwas trockener neben dem Gebäude, als im Garten: bei grosser Trockenheit aber ist sie mehr feucht neben der Mauer, als im Freien.

Interessant ist der Fall vom 3. April 1897. Um 7 a. regnet es, die relative Feuchtigkeit ist im Garten 97%, neben dem Gebäude 96% laut Angabe des Aspirationspsychrometers. Das nicht aspirierte Psychrometer im Garten, ganz dem NW⁷ ausgesetzt, zeigt 92%. Am 26. Mai 1897 regnet es Abends um 9 Uhr bei Windstille; die Luft ist so zu sagen ganz mit Feuchtigkeit gesättigt (99% im Garten) und neben dem Gebäude ist sie um 4% trockener laut Aspirationspsychrometer. Das nicht aspirierte Instrument im Garten giebt 98% an.

Das Minimum mit 23% zeigte sich am 28. Juli 2 p. bei SSE².

Erwähnt möge noch werden, dass unter zwölf Fällen acht vorkamen, als nach minimaler relativer Monats-Feuchtigkeit am folgenden Tag Regen eintrat.

Zur Charakterisierung des Beobachtungsjahres mögen hier noch die Daten der sechs Jahre (1892–97) nach dem Psychrometer ohne Aspiration angeführt werden, ausserdem die Bewölkung und

der Niederschlag. Die Abweichung des Beobachtungsjahres von den genannten sechs Jahren ist folgende $\frac{7+2+9}{3}$:

	Temperatur C°	Dampfdruck mm	Rel. Feuchtigkeit %	Bewölkung %	Niederschlag mm	Niederschlagstage
Sommer	+ 0·1	+ 0·1	0	+ 2	+ 23	— 1
Herbst	+ 0·4	+ 0·7	+ 3	+ 3	+ 52	+ 12
Winter	+ 2·2	+ 0·6	+ 1	+ 2	— 16	+ 3
Frühling	+ 0·7	+ 1·1	+ 8	+ 12	+ 163	+ 18
Jahr	+ 0·8	+ 0·6	+ 3	+ 5	+ 222	+ 32

Ein sehr abnormales Verhalten zeigt also der Frühling; Dampfdruck, relative Feuchtigkeit, Bewölkung, Regen und Regentage weisen grosse positive Abweichung auf. Die Regenmenge betrug in den drei Frühlingsmonaten an 56 Regentagen 343 Millimeter; besonders im Mai regnete es sehr viel, an 20 Tagen fiel 58·4 Millimeter Niederschlag.

Stunde	Garten 7	Garten 2	Garten 9	Gebäude 7	Gebäude 2	Gebäude 9	Garten 7	Garten 2	Garten 9	Gebäude 7	Gebäude 2	Gebäude 9	Tage 7	Tage 2	Tage 9
1896 Mai	15·29	22·85	16·52	16·21	22·53	—	15·8	24·0	16·4	16·6	22·8	17·1	14	13	13
Juni	18·04	24·98	17·65	18·54	24·10	18·32	18·4	25·4	17·8	19·2	24·6	18·7	30	30	30
Juli	19·68	27·78	19·98	19·90	26·63	20·45	20·0	28·1	20·2	20·4	27·0	20·9	31	31	31
August	17·35	25·27	18·23	17·68	24·58	18·82	17·7	25·7	18·4	18·2	24·8	19·1	31	31	31
September	13·44	21·58	14·89	14·06	20·86	15·58	13·8	22·1	15·1	13·8	21·1	16·2	26	26	26
Oktober	11·00	20·57	13·50	11·30	20·05	14·03	11·0	20·2	13·3	11·0	19·6	13·8	22	23	22
November	1·35	5·45	2·17	1·59	5·29	2·47	1·2	6·0	2·0	1·6	5·3	2·5	30	30	30
December	—0·96	2·45	0·05	—0·86	2·34	0·18	—1·1	3·1	—0·1	—0·8	2·4	0·2	31	31	31
1897 Januar	—1·78	1·57	—0·84	—1·63	1·50	—0·79	—1·9	2·1	—0·9	—1·8	1·5	—0·7	28	29	28
Februar	—2·02	2·77	—0·28	—1·87	2·51	—0·27	—2·1	4·0	—0·5	—1·8	2·6	—0·2	28	28	28
März	4·28	10·87	6·94	4·47	10·75	7·00	4·2	11·9	6·9	4·5	10·9	7·1	31	31	31
April	8·29	14·79	10·48	8·53	14·55	10·82	8·4	16·2	10·2	8·7	14·7	10·9	29	28	29
Mai	13·37	18·22	13·59	13·70	18·21	13·97	13·5	19·4	13·5	13·9	18·5	14·3	29	30	29
Sommer	18·36	26·01	18·62	18·71	25·10	19·20	18·70	26·40	18·80	19·27	25·47	19·57	92	92	92
Herbst	8·60	15·87	10·19	8·98	15·40	10·69	8·67	16·10	10·13	8·80	15·33	10·83	78	79	78
Winter	—1·59	2·26	—0·36	—1·45	2·12	—0·29	—1·70	3·07	—0·50	—1·47	2·17	—0·23	87	88	87
Frühling	8·65	14·63	10·34	8·90	14·50	10·60	8·70	15·83	10·20	9·03	14·70	10·77	89	89	89
Jahr	8·50	14·69	9·70	8·78	14·28	10·05	8·59	15·35	9·66	8·91	14·42	10·23	346	348	346
Jahr $\left(\frac{7+2+9}{3}\right)$		10·96			11·04			11·20			11·19				
Differenz gegen Aspr. Garten:															
Sommer	.	.	.	·35	—·91	·58	·34	·39	·18	·91	—·54	·95			
Herbst	.	.	.	·38	—·47	·50	·07	·23	—·06	·20	—·54	·64			
Winter	.	.	.	·14	—·14	·07	—·11	·81	—·14	·12	—·09	·13			
Frühling	.	.	.	·25	—·13	·26	·05	1·20	—·14	·38	·07	·43			
Jahr	.	.	.	·28	—·41	·35	·09	·66	—·04	·41	—·27	·53			
Jahr $\left(\frac{7+2+9}{3}\right)$	.	.	.		·08			·24			·23				

Tabelle II.

Temperatur am Aspirationspsychrometer um 2 p. an Tagen mit und ohne Sonnenschein. C°

	Tage mit Sonnenschein um 2 p.					Tage ohne Sonnenschein um 2 p.				
	Garten Thermometer		Gebäude Thermometer		Beobachtungs Tage	Garten Thermometer		Gebäude Thermometer		Beobachtungs Tage
	Trocken	Feucht	Trocken	Feucht		Trocken	Feucht	Trocken	Feucht	
1896 Juni	26·10	16·38	24·97	16·33	20	22·73	16·18	22·34	16·18	10
Juli	28·65	17·98	27·28	17·82	21	25·97	17·58	25·25	17·65	10
August	27·45	17·88	26·51	17·81	18	22·25	17·43	21·91	17·41	13
September	24·05	16·59	23·18	16·36	16	17·21	14·33	17·15	14·49	10
Oktober	21·63	15·66	21·01	15·51	17	17·57	13·67	17·35	13·63	6
November	5·04	2·42	4·73	2·29	14	5·81	4·75	5·66	4·68	16
December	1·38	—0·22	1·02	—0·38	9	2·88	2·13	2·87	2·14	22
1897 Januar	2·05	0·54	1·75	0·37	11	1·27	0·44	1·34	0·51	18
Februar	3·45	1·31	2·97	1·04	14	2·09	0·98	2·06	0·99	14
März	12·70	8·24	12·53	8·24	19	7·85	5·77	7·92	5·91	12
April	17·23	11·35	16·82	11·44	17	11·01	8·60	11·05	8·64	11
Mai	20·51	15·41	20·36	15·50	15	15·90	13·28	16·06	13·46	15
Sommer	27·42	17·41	26·26	17·32	59	23·52	17·10	23·05	17·18	33
Herbst	17·51	12·03	16·90	11·86	47	11·58	9·42	11·44	9·42	32
Winter	2·45	0·65	2·06	0·45	34	2·14	1·27	2·15	1·30	54
Frühling	16·52	11·40	16·26	11·44	51	11·98	9·56	12·04	9·68	38
Jahr	17·63	11·50	16·98	11·40	191	10·94	8·26	10·82	8·32	157
Differenz gegen Garten:										
Sommer	.	.	—1·16	—·09		.	.	—·47	·08	
Herbst	.	.	—·61	—·17		.	.	—·14	·00	
Winter	.	.	—·39	—·20		.	.	·01	·03	
Frühling	.	.	—·26	·04		.	.	·06	·12	
Jahr	.	.	—·65	—·10		.	.	—·12	·06	
Psychromet.-Differenz:										
Sommer	10·01		8·94			6·42		5·87		
Herbst	5·48		5·04			2·16		2·02		
Winter	1·80		1·61			0·87		0·85		
Frühling	5·12		4·82			2·42		2·36		
Jahr	6·13		5·58			2·68		2·50		

Tabelle III.

Die Veränderlichkeit der Temperatur um 2 p. von einem Tage zum anderen. C°

Thermometer	Die Veränderlichkeit im Allgemeinen				Die Erwarmungen				Die Erkaltungen			
	mit Aspiration		ohne Aspiration		mit Aspiration		ohne Aspiration		mit Aspiration		ohne Aspiration	
	Garten	Gebäude	Garten	Gebäude	Garten	Gebäude	Garten	Gebäude	Garten	Gebäude	Garten	Gebäude
Sommer	3·09	2·70	2·98	2·67	2·64	2·20	2·44	2·25	3·73	3·51	3·82	3·39
Herbst	2·15	2·08	2·11	2·01	2·00	1·78	1·70	1·66	2·52	2·43	2·68	2·44
Winter	2·59	2·40	2·69	2·32	2·59	2·56	2·78	2·44	2·60	2·34	2·58	2·22
Frühling	2·75	2·60	3·02	2·48	2·74	2·54	2·95	2·32	2·96	2·88	3·37	2·74
Jahr	2·67	2·45	2·72	2·39	2·53	2·29	2·49	2·19	2·94	2·76	3·09	2·67
Differenz gegen Aspiration Garten:												
Sommer	.	−·39	·11	−·42	.	−·44	·20	−·39	.	−·22	+·09	−.34
Herbst	.	·07	−·04	−·14	.	−·22	·30	·34	.	−·09	+·16	−·08
Winter	.	−·19	+·10	−·27	.	−·03	·19	−·15	.	−·26	−·02	−·38
Frühling	.	−·15	+·27	−·27	.	−·20	+·21	−·42	.	−·08	+·41	−·22
Jahr	.	−·22	+·05	−·28	.	−·24	−·04	−·34	.	−·18	+·15	−·27

Tabelle IV.

Die Erwärmungen und Erkaltungen von einem Tage zum anderen um 2 p. am Aspirationsthermometer. C°

Heute—Morgen	Die Erwärmungen								Die Erkaltungen							
	S—S		S—Ks		Ks—S		Ks—Ks		S—S		S—Ks		Ks—S		Ks—Ks	
	Garten	Gebäude	Garten	Gebäude	Garten	Gebäude	Garten	Gebäude	Garten	Gebäude	Garten	Gebäude	Garten	Gebäude	Garten	Gebäude
Sommer	2·15	1·80	0·87	1·27	3·37	2·67	3·54	3·12	2·41	2·58	4·96	4·11	1·80	1·92	4·28	4·00
Herbst	1·97	1·92	1·60	2·25	1·83	1·21	2·20	1·83	1·68	1·80	5·06	4·56	1·72	1·95	1·58	1·73
Winter	1·63	1·72	1·50	1·74	3·41	2·85	2·60	2·54	2·77	2·71	2·93	2·41	1·65	1·77	2·38	2·32
Frühling	1·64	1·60	0·80	1·20	4·31*	4·06	2·16	2·06	2·56	2·34	3·62	3·50	.	0·40	2·65	2·51
Jahr	1·92	1·77	1·37	1·74	3·40	2·89	2·58	2·37	2·25	2·25	4·08	3·57	1·72	1·77	2·48	2·44
Differenz gegen den Garten:																
Sommer	.	—·35	.	+·40	.	—·70	.	—·42	.	+·17	.	—·85	.	+·12	.	—·28
Herbst	.	—·05	.	+·65	.	—·62	.	—.37	.	+·12	.	—·48	.	+·23	.	+·15
Winter	.	+·09	.	+·24	.	—.56	.	—·06	.	—·06	.	—·52	.	+·12	.	—·06
Frühling	.	—·04	.	+·40	.	—·32	.	—·06	.	—·22	.	—·12	.	.	.	—·14
Jahr	.	—·15	.	+·37	.	—·51	.	—·21	.	·00	.	—·51	.	+·05	.	—·04
Zahl der Fälle:																
Sommer	28	30	3	3	15	15	8	8	12	10	17	17	4	4	5	5
Herbst	15	16	5	4	7	8	8	9	19	18	8	8	4	4	10	9
Winter	6	6	7	7	16	16	16	16	8	8	14	14	4	4	16	16
Frühling	19	19	1	1	15*	15	12	12	15	15	14	14	.	1	10	10
Jahr	68	71	16	15	54	54	44	45	54	51	33	53	12	13	41	40

* Eigentlich 16 Fälle = 4·11 C°; nach Weglassen des einen Tages mit ungleicher Veränderung kommt obiges Resultat heraus.

S = Sonnenschein; Ks = Kein Sonnenschein.

Stunde	Aus den einzelnen Ablesungen, Psychrometer, Mit Aspiration, Garten (I), 7	2	9	Ohne Aspiration, Garten, 7	Gebäude, 2	Garten, 9	Aus den Monatsmitteln beider Thermometer, Psychrometer, Mit Aspiration, Garten (II), 7	2	9	Gebäude, 7	2	9	Differenz Garten (II) gegen Garten (I), 7	2	9
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	·19	·27
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	·10	·17	·17
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	·08	·12
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	·12
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	·07
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	·36	·31	·25
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	·16
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	·10	·09	·05
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	·06	[illegible]	·13
Mai	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	·08
April	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

[illegible] 1887

Tabelle VI. **Die relative Feuchtigkeit. %**

	Aus den einzelnen Beobachtungen						Aus den Monatsmitteln beider Thermometer						Differenz Garten (II.) gegen Garten (I.)		
	Psychrometer						Psychrometer								
	Mit Aspiration			Ohne Aspiration			Mit Aspiration								
	Garten (I.)			Garten	Gebäude	Garten	Garten (II.)			Gebäude					
Stunde	7	2	9	7	2	9	7	2	9	7	2	9	7	2	9
1896 Juni	73	42	72	76	50	76	73	42	70	73	46	70	0	0	−2
Juli	70	39	68	73	48	71	69	37	66	69	41	67	−1	−2	−2
August	79	49	75	81	56	79	78	47	74	81	50	72	−1	−2	−1
September	87	58	82	88	64	84	86	54	81	82	58	78	−1	−4	−1
Oktober	92	57	87	93	64	89	92	56	86	91	59	84	0	−1	−1
November	90	74	87	90	79	90	90	76	89	90	76	88	0	+2	+1
December	94	84	91	91	86	91	94	84	92	93	85	91	0	0	+1
1897 Januar	93	82	90	92	87	91	93	82	91	94	83	91	0	0	+1
Februar	93	75	88	93	81	88	92	75	88	92	75	88	−1	0	0
März	88	62	83	88	66	83	87	60	83	86	62	82	−1	−2	0
April	84	58	77	86	63	81	84	56	78	84	59	77	0	−2	+1
Mai	86	67	88	90	70	89	86	66	87	85	67	86	0	−1	−1
Sommer	74	43	72	77	51	75	73	42	70	74	46	70	−1	−1	−2
Herbst	90	63	85	90	69	88	89	62	85	88	64	83	−1	−1	0
Winter	93	80	90	92	85	90	93	80	90	93	81	90	0	0	0
Frühling	86	62	83	88	66	84	86	61	83	85	63	82	0	−1	0
Jahr	86	62	82	87	68	84	85	61	82	85	63	81	−1	−1	0
Jahr $\left(\frac{7+2+9}{3}\right)$	77			80			76			76			−1		
	Differenz gegen Garten (I):						Differenz gegen Garten (II.):								
Sommer	.	.	.	+3	+8	+3	.	.	.	+1	+4	0			
Herbst	.	.	.	0	+6	+3	.	.	.	−1	+2	−2			
Winter	.	.	.	−1	+5	0	.	.	.	0	+1	0			
Frühling	.	.	.	+2	+4	+1	.	.	.	−1	+2	−1			
Jahr	.	.	.	+1	+6	+2	.	.	.	0	+2	−1			
Jahr $\left(\frac{7+2+9}{3}\right)$	.			+3			.			0					

	Maximum Psychrometer							
	Aspiriert		Nicht aspiriert		Aspiriert		Nicht aspiriert	
	Garten	Gebäude	Garten	Gebäude	Garten	Gebäude	Garten	Gebäude
1900 Juni	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	11·6	12·7	12·0	13·6
Juli	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	13·7●	13·9	14·0	14·2
August	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	12·0	13·1	12·4	14·0
September	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
October	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
November	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	10·4	9·8
December	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
1901 Jänner	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Februar	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
März	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
April	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Mai	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Jahr	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]								
Juni		[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]
Juli		[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]
August		[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]
September		[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]
October		[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]		[illegible]
November		[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]
December		[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]
Jänner		[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]
Februar		[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]
März		[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]
April		[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]	
Mai		[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]	
Jahr		[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]

[illegible]

Tabelle VIII. **Die Extreme des Dampfdruckes. Mm.**

	Maximum Psychrometer				Minimum Psychrometer			
	Aspiriert		Nicht aspiriert		Aspiriert		Nicht aspiriert	
	Garten	Gebäude	Garten	Gebäude	Garten	Gebäude	Garten	Gebäude
1896 Juni	14·92 S.*	14·42	14·9	15·0	5·58	6·64	9·0	8·5
Juli	17·37 • **	17·27	18·2	17·9	6·24 S.	6·48	8·7	8·3
August	16·78 ⌐ ***	17·47	17·8	17·3	7·31	7·64	8·6	9·3
September	16·54 S.	17·59	18·4	18·6	6·61	6·94	7·1	8·1
Oktober	14·18 S.	14·44	15·4	15·2	6·68 S.	6·77	6·7	6·9
November	12·00 S.	12·00	12·5	13·0	1·46	1·90	1·8	1·9
December	7·44 S.	7·42	7·6	7·7	1·12	1·18	1·0	1·1
1897 Januar	6·63	6·63	6·7	6·9	2·34	2·37	2·2	2·2
Februar	8·32	7·82	8·6	9·4	2·11	2·20	2·0	2·1
März	10·27 •	10·27	10·4	10·4	3·96 S.	4·26	4·2	4·5
April	11·62	11·84	9·3	11·9	4·12	4·20	4·1	4·4
Mai	14·92 S.	13·93	14·8	15·5	5·55	6·47	5·9	6·2
Jahr	17·37 •	17·59	18·4	18·6	1·12	1·18	1·0	1·1
Differenz gegen Garten aspiriert:								
Juni	.	—·50	·0	+·1	.	+1·06	+3·4	+2·9
Juli	.	—·10	+·8	+·5	.	+·24	+2·5	+2·1
August	.	+·69	+1·0	+·5	.	+·33	+1·3	+2·0
September	.	+1·05	+1·9	+2·1	.	+·33	+·5	+1·5
Oktober	.	+·26	+1·2	+1·0	.	+·09	·0	+·2
November	.	·00	+·5	+1·0	.	+·44	+·3	+·4
December	.	—·02	+·2	+·3	.	+·06	—·1	·0
Januar	.	·00	+·1	+·3	.	+·03	—·1	—·1
Februar	.	—·50	+·3	+1·1	.	+·09	—·1	·0
März	.	·00	+·1	+·1	.	+·30	+·2	+·5
April	.	+·22	—2·3	+·3	.	+·08	·0	+·3
Mai	.	—·99	—·1	+·6	.	+·92	+·3	+·6

* S = Sonne scheint. — ** • = Regen. — *** ⌐ = Gewitter.

Tabelle IX. **Die Extreme der relativen Feuchtigkeit. %**

	Maximum Psychrometer				Minimum Psychrometer			
	Aspiriert		Nicht aspiriert		Aspiriert		Nicht aspiriert	
	Garten	Gebäude (Wind)	Garten	Gebäude	Garten	Gebäude (Wind)	Garten	Gebäude
1896 Juni	99 ≡	98 SSE[2]	97	99	25 S.	33 WSW[3]	45	43
Juli	96 •	96 NW[1]	94	96	23 S.	28 SSE[2]	29	31
August	96 •	96 NE[2]	96	100	26 S.	30 SSE[4]	33	36
September	99 ≡	98 C	98	99	34 S.	37 SSW[5]	43	44
Oktober	100 ≡	100 S[2]	99	99	37 S.	40 ESE[3]	40	45
November	100 •≡	100 S[2]	98	96	31 S.	35 N[5]	36	41
December	100 ≡	98 C	98	95	61 S.	62 NW[2]	67	70
1897 Januar	100 ✳	100 C	100	98	56 S.	57 SW[4]	63	72
Februar	100 ≡	100 NE[1]	100	100	56 S.	56 WNW[1]	60	69
März	100 ✳	98 NW[6]	96	94	35 S.	38 NW[4]	35	40
April	97 •	96 NW[7]	94	92	26 S,	30 S[3]	34	40
Mai	99 •↯	95 C	95	98	44	49 NNE[5]	50	49
Jahr	100	100	100	100	23 S.	28	29	31
Differenz gegen Garten aspiriert:								
Juni	.	—1	—2	0	.	+8	+20	+18
Juli	.	0	—2	0	.	+5	+6	+8
August	.	0	0	+4	.	+4	+7	+10
September	.	—1	—1	0	.	+3	+9	+10
Oktober	.	0	—1	—1	.	+3	+3	+8
November	.	0	—2	—4	.	+4	+5	+10
December	.	—2	—2	—5	.	+1	+6	+9
Januar	.	0	0	—2	.	+1	+7	+16
Februar	.	0	0	0	.	0	+4	+13
März	.	—2	—4	—6	.	+3	0	+5
April	.	—1	—3	—5	.	+4	+8	+14
Mai	.	—4	—4	—1	.	+5	+6	+5

Zeichen: ≡ Nebel; • Regen; ✳ Schnee; ↯ Wetterleuchten; S = Sonne scheint.

23.

ZUR PATHOLOGIE DER PHONATIONSCENTREN.

Von Prof. Dr. A. ÓNODI,
corr. Mitgl. d. ungar. Akad. d. Wiss.

Vorgelegt der Akademie in der Sitzung vom 18. Oktober 1897.

Aus «Mathematikai és Természettudományi Értesitő» (Math. und naturwiss. Anzeiger) Band XV. pp. 352—370.

Meine begonnenen physiologischen und pathologischen Untersuchungen hatte meine lange Krankheit unterbrochen und so kann ich bei dieser Gelegenheit auf Grund meiner bisherigen Untersuchungen nur einige Fragen der Pathologie der Phonationscentren besprechen.

Erst gruppieren wir unsere physiologischen Kenntnisse. KRAUSE[1] hat beim Hunde im Gyrus præfrontalis den Sitz des Phonationscentrums genau festgestellt, dessen electrische Reizung den Schluss der Glottis resultiert. SEMON und HORSLEY[2] haben diese Thatsache bestätigt. Auf Reizung eines Centrums nähern sich beide Stimmbänder, die Exstirpation eines Centrums ruft keine Veränderung hervor. Bei Entfernung der einen Hemisphäre machen die Stimmbänder Abductionsbewegungen, und auf Reizung des intact gebliebenen Centrums nähern sich beide Stimmbänder. Es besteht ein bilateraler Effect. Die Existenz dieses Centrums ist von MASINI,[3] ÓNODI,[4] BROECKAERT[5] und KLEMPERER[6]

[1] Archiv für Anatomie und Physiologie 1884.
[2] Deutsche medicinische Wochenschrift 1890.
[3] Archivi italiani di laryngologia 1888.
[4] Innervation des Kehlkopfes, Wien 1895.
[5] Revue de laryngologie 1895.
[6] Archiv f. Laryngologie 1895.

bekräftigt worden. Ausser dieser anerkannten Thatsache sind die weiteren Beobachtungen von Widersprüchen nicht frei geblieben. MASINI[1] behauptet, dass auf schwache electrische Reizung des einen Centrums das entgegengesetzte Stimmband sich nähert. Der scharfe Gegensatz führte zu Controllversuchen, es musste festgestellt werden, ob neben der allgemein angenommenen bilateralen Wirkung jedes einzelnen Centrums, eine einseitige gekreuzte Wirkung existiert. Die Untersuchungen SEMON-HORSLEY,[2] ÓNODI[3] und KLEMPERER's[4] konnten MASINI's Angabe nicht bestätigen. Die Exstirpation der Centren hat ebenfalls zu verschiedenen Ergebnissen geführt. Nach KRAUSE[5] haben die Exstirpationen beider Centren den partiellen oder totalen Verlust der Stimme zur Folge. Bei acht Hunden war fünf Monate lang bei beiderseitiger Exstirpation Stimmlosigkeit vorhanden. MASINI[6] fand nach einseitiger Exstirpation nur partielle Lähmung statt, dasselbe Resultat hat die beiderseitige Exstirpation, ohne dass es zu einer totalen Lähmung käme.

Unsere Untersuchungen[7] haben gezeigt, dass weder die einseitige, noch die beiderseitige Exstirpation in der Stimmbildung und in den Bewegungen der Stimmbänder eine Veränderung verursacht. BROECKAERT[8] zeigte, dass die Exstirpationen keine bleibende Veränderung nach sich ziehen, die Muskeln und Nerven der Stimmbänder bleiben intact und die Stimmbildung kehrt nach einigen Wochen wieder zurück. ARONSOHN[9] erzielte dasselbe Resultat; nämlich es trat nach beiderseitiger Exstirpation die vollkommene Stimmbildung schon am 13. Tage wieder ein. KLEMPERER[10] führte eine einseitige und eine beiderseitige Exstirpation

---

[1] l. c.
[2] Archiv f. Laryngologie 1895.
[3] l. c.
[4] l. c.
[5] l. c.
[6] Bolletino delle malattie dell'orecchio etc. 1893.
[7] l. c.
[8] l. c.
[9] Deutsche med. Wochenschrift 1888.
[10] l. c.

aus, ohne die geringste Veränderung beobachten zu können. Ausserdem hat er bei vier Hunden experimentell in den Centren Abscess- und Tuberkelbildung hervorgerufen, ohne nachweisbare Veränderung in der Stimmbildung zu erzielen. Die Mehrzahl der Beobachtungen zeigt, dass die Exstirpation der phonatorischen Centren auf die Stimmbildung keinen Einfluss hat. Die abweichenden Resultate haben zu verschiedenen Schlüssen geführt. Krause bekräftigt damit das von ihm entdeckte Centrum. Masini folgert aus der eintretenden partiellen Lähmung, dass diese Rindencentren noch mit anderen motorischen Centren im Zusammenhange stehen. Klemperer dagegen schliesst jede pathologische Bedeutung dieser Centren aus. Bei den von Goltz[1] enthirnten und 12—16 Monate lang am Leben erhaltenen Hunden war die Stimmbildung vorhanden. Wir haben ferner die von diesen Centren zu den Grosshirnganglien ziehenden Faserbündel, d. h. das Gebiet der Corona radiata zerstört, ohne eine Veränderung in der Stimmbildung beobachten zu können. Dasselbe Resultat hatte die Zerstörung der Hirnganglien zur Folge. Wir haben das ganze Gehirn an der Grenze des hinteren Vierhügels abgetrennt und die Stimmbildung blieb erhalten. Von der Querfurche zwischen dem vorderen und hinteren Vierhügel distalwärts 8—12 mm. geführter totaler Querschnitt der Medulla oblongata vernichtet die Stimmbildung, nur die Respiration bleibt intact und grössere Auswärtsbewegungen der Stimmbänder sind zu beobachten. Prof. Bechterew[2] hat entsprechende Resultate erzielt. Die Zerstörung der hinteren Vierhügel, wie die Durchtrennung des benachbarten Medullatheiles resultierte bei Hunden den Verlust der Stimme. Klemperer[3] hat auf Grund eines Experimentes einen Einwand gegen meine Resultate erhoben. In meinen diesbezüglichen Bemerkungen[4] habe ich gezeigt, dass dieser Einwand nicht beweisfähig sei, da Klemperer selbst angiebt, dass er das von mir angegebene Gebiet nur zum Theil ausgeschaltet hat.

---

[1] Pflüger's Archiv 1892.
[2] Neurolog. Centralblatt 1895.
[3] l. c.
[4] Archiv f. Laryngologie 1895.

Ebenso sind die Experimente GRABOWER's[1] auch nicht einwandsfrei. Er hat quere Einschnitte am Boden des vierten Ventrikels ausgeführt und legt das Phonationsgebiet vom hinteren Vierhügel distalwärts 14—16 mm. Der Einschnitt dieses Gebietes erzielt den Verlust der Stimme und nur die respiratorischen Auswärtsbewegungen der Stimmbänder bleiben erhalten. Dieses Gebiet entspricht der Grenze zwischen dem vorderen und mittleren Drittel der Ala cinerea. Bis ich selbst in der Lage sein werde, diese Beobachtungen zu controllieren, muss ich die Einwendung machen, dass GRABOWER nur Einschnitte machte, während sich meine sämmtlichen Beobachtungen auf die totale Durchtrennung der Medulla oblongata beziehen. Da uns der centrale Verlauf und die Lage der phonatorischen Faserbündel noch vollkommen unbekannt sind, ferner das Verhältniss zwischen den Phonationscentren in der Rinde und den subcerebralen Centren, so können Experimente, die die höher gelegenen Centren nicht ausschliessen, als einwandsfreie Resultate nicht betrachtet werden und zu Schlussfolgerungen nicht berechtigt sein. Dies giebt die Erklärung zu dem aufgetauchten Widerspruch. In unseren Experimenten war die Medulla vollkommen durchschnitten und so war der Einfluss der höher gelegenen Centren eliminiert, der Verlust der Phonation und der Abductionsbewegungen der Stimmbänder ist bei solchen Experimenten eingetreten, wo die totale Durchschneidung der Medulla in einer Höhe ausgeführt wurde, wo nicht die geringste Spur, weder makroskopisch, noch mikroskopisch, von der Ala cinerea oder vom Vagusgebiet vorhanden ist. Dem gegenüber fand GRABOWER den Verlust der Stimme bei solchen Experimenten, wo die Einschnitte das Vagusgebiet direct lädirten.

Auf Grund unserer zahlreichen und präcis ausgeführten Experimente, halten wir vollkommen aufrecht unsere Resultate gegenüber diesem Widerspruch, in Betracht gezogen auch die wesentlich bestärkenden Resultate BECHTEREW's. Unsere Controllversuche sollen demnächst GRABOWER's Resultate beleuchten. SEMON und HORSLEY[2] beobachteten auf directe Reizung des obe-

[1] Archiv f. Laryngologie 1897.
[2] l. c.

ren Randes der Ala cinerea und Calamus scriptorius Glottisschluss, auf Reizung des Corpus restiforme und dessen inneren Randes die Adduction des entsprechenden Stimmbandes. Sie konnten jedoch nicht entscheiden, ob dieser Effect auf Rechnung der Reizung eines kleines Centrums oder der Reizung der centrifugalen Fasern zu schreiben ist, welche hier zu den Vaguswurzeln verlaufen.

Wir haben gesehen, dass bei den verschiedenen Ausschaltungsversuchen eine wesentliche Thatsache in den Vordergrund rückt, nämlich das Erhaltenbleiben der Phonation. Mit dieser Thatsache steht im engen Zusammenhange die Annahme eines subcerebralen Phonationscentrums, welche von den oben detailliert angeführten Experimenten unterstützt wird.

Wir haben gesehen, wie lückenhaft unsere Kenntnisse über die centrale Innervation sind, welche auf Ergänzung und Klärung harren. Unbekannt ist das Verhältniss zwischen den Rindencentren und subcerebralen Centren und dem Vagusgebiet, unbekannt ist die centrale Lage und Verlauf der die erwähnten Centren verbindenden Nervenbahnen. Nur die Lösung dieser Fragen kann die Physiologie der centralen Kehlkopfinnervation beleuchten und zu Schlussfolgerungen geeignet machen.

Betrachten wir nach den Beiträgen, ob und wie die klinischen Erfahrungen mit den experimentellen Resultaten in Einklang zu bringen sind. Die klinischen Beobachtungen sind sehr lückenhaft, solche Beobachtungen besitzen wir nicht, welche frei von jedem Einwand zu pathologischen Schlüssen geeignet wären. Die Zahl der klinischen Beobachtungen, welche mit necroscopischen Untersuchungen ergänzt sind, ist leider sehr gering und theilweise lückenhaft. Eine klinische Beobachtung kann neben dem laryngoscopischen Befund nur dann auf Werth und Verwendbarkeit rechnen, wenn bei der Necroscopie nicht nur das Gehirn und Medulla oblongata, sondern auch die Nervenstämme, die Kehlkopfmuskeln und deren einzelne Nerven sowohl anatomisch, wie microscopisch untersucht worden sind. Dieser Bedingung hat leider keine einzige Beobachtung entsprochen. Daraus folgt, dass die experimentellen Resultate mit den klinischen nicht in Einklang gebracht und pathologische Gesetze zur Zeit nicht formuliert werden können.

Wir besitzen klinische Erfahrungen, welche sich nur auf den laryngoscopischen Befund beziehen ohne anatomische Untersuchung, andere Beobachtungen entbehren wieder der laryngoscopischen Untersuchung. Die dritte Gruppe vereinbart beide Untersuchungen und können allein bei den pathologischen Erörterungen in Betracht gezogen werden.

Laryngoscopischer Befund ohne Necroscopie.

Gib[1] fand bei apoplectischen Hemiplegien einseitige Stimmbandlähmung, ebenso in einzelnen Fällen Lőri.[2] Hingegen konnte Semon[3] nie die geringste Veränderung in den Bewegungen der Stimmbänder beobachten, bei frischen Fällen von completer Rindenaphasie. Lermoyez[4] konnte ebenfalls in den von ihm untersuchten Fällen von Hemiplegien keine Veränderung constatieren. Lewin[5] fand in einem Falle das linke Stimmband in der Medianlinie gelähmt. Gerhardt[6] beobachtete bei chronischen Erkrankungen des Gehirns einseitige Stimmbandlähmungen. Ziemssen[7] sah in einem Falle von Hemiplegie einseitige Parese. Cartaz[8] beobachtete bei rechtseitiger Hemiplegie Stimmbandlähmung in der Cadaverstellung. Garel[9] sah in zwei Fällen von Hemiplegie Stimmbandlähmung auf derselben Seite. Schrötter[10] fand auch Stimmbandlähmung.

Necroscopische Angaben ohne laryngoscopischen Befund.

Duval[11] fand in einem Fall von Aphasie und Aphonie in dem vorderen Theil des linken Stirnlappens einen apoplectischen Herd, Foville[12] fand auf der rechten Seite die Centralwindungen verändert. In Luys'[13] Fall waren neben den Gehirnganglien auch

---

[1] Ziemssen's Handbuch, Bd. IV.
[2] A gége és légcső elváltozásai etc. 1885.
[3] I. m.
[4] Bulletins et mémoires de la société française d'otol. etc. 1897.
[5] Berliner klin. Wochenschrift 1874.
[6] Archiv für pathol. Anatomie, Bd. XXVII.
[7] Archiv für pathol. Anatomie, Bd. XXVII.
[8] Françe med. 1895.
[9] Annales des mal. de l'oreille etc. 1886.
[10] Allgem. Wien. med. Zeitung 1882.
[11] Bulletin de la société de chirurgie 1864.
[12] Gazette hebd. 1863. [13] Annales des mal. de l'oreille etc. 1875.

in den Muskeln und Nerven Veränderungen vorhanden. Livio Ronci[1] fand bei nach einem apoplectischen Anfall auftretender Aphonie in den Stirnwindungen Erweichungsherde. Seguin[2] fand bei linksseitiger Hemiplegie und Stimmstörungen in der rechten dritten Stirnwindung Veränderungen. Fuller und Browning[3] fanden in den Linsenkernen Veränderungen. Beurmann[4] sah in der rechten äusseren Kapsel und in der weissen Substanz des linken Parietallappens Veränderungen. Die erwähnten Fälle können zu pathologischen Schlussfolgerungen nicht verwendet werden. In den Fällen, wo die pathologische Untersuchung fehlt, zeigte die Laryngoscopie einerseits Lähmung des Stimmbandes, andererseits gar keine Veränderung. Das gelähmte Stimmband war in der Medianlinie oder in der Cadaverstellung fixiert.

Bevor wir die Fälle der dritten Gruppe erörtern, wollen wir den Fall von Bryson Delavan[5] erwähnen, bei welchem die Necroscopie den diagnostischen Irrthum erwies. Es wurde die Lähmung des linken Stimmbandes in der Medianstellung durch Läsionen im Gehirn erklärt, als sich bei der Necroscopie erwiesen hat, dass der linke Vaguskern in der Medulla destruiert war und den wirklichen Grund der Stimmbandlähmung demonstrierte. In Wallenberg's[6] Fall bestand neben der Lähmung des Gesichtes, der Zunge und des Rachens auf der rechten Seite eine linksseitige totale Stimmbandlähmung. Bei der Section war eine Erweichung der weissen Substanz im rechten Stirnlappen vorhanden, ausserdem waren die Vaguswurzeln in einem meningitischen Exsudat eingebettet; daher zur Verwerthung ungeeignet. Rossbach[7] bespricht ausführlich seinen Fall, in welchem das linke Stimmband, die linke Gesichtshälfte und die Zunge gelähmt waren. Bei der Section erschien die rechte Insel degeneriert, ebenso der Uebergangstheil der Centralwindungen und der untere Theil der

[1] Lermoyez l. c.
[2] Transact. of the neurol. Assoc. 1877.
[3] The med. Record. 1884.
[4] Archives générales de médecine 1876.
[5] The med. Record 1885.
[6] Int. Centr. f. Laryngol.
[7] Deutsches Archiv f. klin. Medicin 1890.

zweiten Parietalwindung. Es zeigte sich der Hypoglossuskern verändert. Rossbach betrachtet die Insel als den Sitz der willkürlichen phonetischen Stimmbandbewegungen und hebt das nahe Verhältniss zu den Centren der Sprache und des Gehörs hervor. Die gekreuzte einseitige Stimmbandlähmung erklärt er folgendermaassen: «Die beiden Stimmbänder führen normaler Weise stets zusammen die gleichen Bewegungen aus und können weder willkürlich, noch unwillkürlich einseitig in Thätigkeit gesetzt werden. Dass diese Thatsache ähnlich wie bei den Stirnmuskeln nur auf eine innige Verknüpfung der von den beiden Rindencentren herunterlaufenden Bahnen an einen tiefer gelegenen Punkt, etwa in der Medulla, und nicht auf eine doppelseitige Innervation eines jeden Stimmbandes von dem rechten und dem linken Rindencentrum her zurückgeführt werden muss, dafür spricht die einseitige Stimmband- und Stirnmuskellähmung bei Krankheitsherden auf der entgegengesetzten Gehirnhälfte.» Rebillard [1] sah das rechte Stimmband in Cadaverstellung. Bei der Section war links in der dritten Stirnwindung ein Bluterguss, rechts in der zweiten und dritten Stirnwindung ein Tumor. In der Medulla wurden das Vagusgebiet und die Kehlkopfnerven nicht untersucht. Garel [2] fand das linke Stimmband gelähmt in Cadaverstellung bei rechtsseitiger Hemiplegie, Gesichtslähmung und Aphasie. Die Section zeigt in der linken Hemisphäre mehrere erweichte Rindenherde, in der rechten eine rothe Erweichung in der dritten Stirnwindung. Die Untersuchung der Medulla oblongata und der Kehlkopfnerven fehlt. Garel und Dor [3] fanden in einem Falle das linke Stimmband in der Cadaverstellung fixiert. Die Section zeigte einen kleinen rothen Erweichungsherd in der rechten Linse, welcher sich 2 mm. in den äusseren Theil der Capsula interna erstreckte. Die linke Hemisphäre, das Kleinhirn, die Medulla oblongata, die Kehlkopfnerven waren intact. Münzer [4] fand in einem Falle von linksseitiger Hemiplegie beide Stimmbänder gelähmt in der

[1] Lermoyez l. c.
[2] Annales des mal. de l'oreille etc. 1886.
[3] Annales des mal. de l'oreille etc. 1890.
[4] Prager med. Wochenschrift 1890.

Cadaverstellung; Schluckbeschwerden und Sprachstörungen. Die Section zeigt rechts an der Spitze der oberen Stirnwindung an dem Zusammenfluss der Centralwindungen je ein erbsengrosses gelbgrünliches Infiltrat; ferner rechts in der Linse, links im Kopfe des Corpus striatum Erweichungsherde. In der Medulla war nur im Hypoglossuskern Atrophie nachzuweisen. Ausserdem eine hirsekorngrosse Sclerose entsprechend dem hintersten Theil der Vierhügel und dem obersten Theil der Brücke. DÉJERINE[1] fand bei Aphasie und rechtsseitiger Hemiplegie das rechte Stimmband in der Cadaverstellung fixiert. Die Section zeigt mehrere Erweichungsherde in der weissen Substanz; Medulla oblongata und Vaguswurzeln intact. In einem zweiten Falle von Aphasie und Hemiplegie war das rechte Stimmband in der Cadaverstellung gelähmt. Die Section zeigt links einen Erweichungsherd in der weissen Substanz unter der dritten Stirnwindung; Medulla und Vaguswurzeln intact. EISENLOHR[2] fand in einem Falle bei Aphonie motorische Störungen der unteren Extremitäten, beim Intonieren vollkommene Unbeweglichkeit des linken und geringe Beweglichkeit des rechten Stimmbandes. Die Section ergab: Zerstörung des hinteren Drittels beider Thalami, partielle Degeneration in den hinteren Abschnitten beider inneren Kapselgebiete, ferner kleine Erweichungsherde rechts im vorderen Theil des Stirnlappens, links im vorderen Schenkel der Capsula interna. In PITT's[3] Fall traten nach apoplectischen Anfällen neben Tonlosigkeit erst rechtsseitige, dann linksseitige Hemiplegie auf. In diesem Stadium fehlt der laryngoscopische Befund. Später kehrte die Stimmbildung zurück und die laryngoscopische Untersuchung fand nichts Abnormales. Bei der Section fanden sich beiderseits in der Linse und in dem hinteren Theil der Capsula interna Erweichungsherde. Pons und Medulla oblongata intact.

Die erwähnten Fälle einzeln und zusammen können nicht zu endgiltigen pathologischen Schlüssen führen. In einzelnen Fällen ist der Sectionsbefund lückenhaft, in anderen Fällen haben

---

[1] Société de biologie 1891.
[2] Deutsche Zeitschrift f. Nervenheilkunde 1891.
[3] Int. Centr. f. Laryngologie. Bd. X, XI.

die gefundenen Veränderungen keinen entscheidenden Werth. Dazu kommen noch die zwischen den klinischen und experimentellen Beobachtungen vorhandenen scharfen Gegensätze. Die necroscopischen Befunde beziehen sich auf verschiedene Theile des Gehirns, auf Veränderungen der Insel, dritter Stirnwindung, Linse, innere Kapsel und Sehhügel. In der Mehrzahl der Fälle war eine einseitige gekreuzte Stimmbandlähmung beobachtet worden. In dem Fall von MÜNZER waren beide Stimmbänder in der Cadaverstellung gelähmt. EISENLOHR sah die beiderseitige Lähmung beim Intonieren, sonst war das einseitig gelähmte Stimmband auch in der Cadaverstellung fixiert.

Die physiologischen Resultate wurden zu pathologischen Folgerungen verwerthet. SEMON und HORSLEY[1] haben folgende Sätze aufgestellt: «Einseitige Reizung produciert doppelseitige Wirkung. Klinisch kann daher bei einer irritativen, einseitigen Affection dieses Gebietes Glottiskrampf, d. h. doppelseitige Adduction der Stimmbänder erfolgen». Ferner: «Einseitige Zerstörung produciert keine Wirkung. So etwas wie die behauptete einseitige Stimmbandlähmung in Folge von Läsion einer Grosshirnhemisphäre existiert daher überhaupt nicht. SEMON[2] beharrt neuerdings auf seinem alten Standpunkt. KLEMPERER[3] bestreitet entschieden die pathologische Bedeutung der Phonationscentren, und daher existiert für ihn dieser centrale Ursprung einer Stimmbandlähmung nicht. In den erwähnten Fällen haben die einzelnen Beobachter die gefundenen Gehirnläsionen in causalen Zusammenhang mit den Stimmbandlähmungen gebracht und stellen daher auch den Satz auf, dass einseitige Gehirnläsion einseitige, gekreuzte Stimmbandlähmung zur Folge haben kann.

SEMON's Standpunkt beruht wesentlich auf Thierexperimenten. Es steht ohne Zweifel die Existenz und die bilaterale Wirkung des Phonationscentrums fest. Diese Thatsache allein erlaubt die Folgerung, dass der Ausfall eines Centrums keine Stimmbandlähmung nach sich ziehen kann, also keine einseitige Stimmband-

---

[1] l. c.

[2] Handbuch der Laryngologie etc. 1897, Bd. I.

[3] l. c.

lähmung, sondern nur eine doppelseitige Lähmung in Folge des Ausfalls beider Centren eintreten kann. Da klinische Beobachter für die gekreuzte, einseitige Stimmbandlähmung eine Erklärung in den MASINI'schen Angaben fanden, so ist natürlich, dass SEMON, in Betracht genommen den allgemeinen Widerstand der Experimentatoren, gegenüber einer einseitigen, gekreuzten Stimmbandlähmung centralen Ursprunges ebenfalls einen ablehnenden Standpunkt eingenommen hat.

Einerseits ist der Standpunkt SEMON's klinisch nicht bekräftigt worden, andererseits ist dessen Grundlage, die Bedeutung des Phonationscentrums in der Rinde, durch experimentelle Beobachtungen geschwächt worden. Unsere Versuche haben gezeigt, dass die Exstirpation dieser Centren gar keine Störung verursacht. KLEMPERER erzielte dasselbe Resultat. Nach BROECKAERT bezieht sich der Verlust der Stimme nur auf einige Wochen, und ARONSOHN sah die volle Stimme schon in der zweiten Woche zurückkehren. Diese Thatsachen allein schwächen schon sehr die Bedeutung der Phonationscentren in der Rinde. SEMON und HORSLEY haben auch festgestellt, dass die Faserbündel von den Phonationscentren durch das Knie der inneren Kapsel zur Medulla ziehen. Unsere Versuche, welche das Gebiet dieser Faserbündel zerstörten, haben nicht die geringste Veränderung in der Stimmbildung hervorgerufen. Dasselbe Resultat haben wir erreicht, wenn wir die Gehirnganglien zerstört haben. BECHTEREW * bestätigt auch die Thatsache, dass die Zerstörung der Thalami optici keine Wirkung hervorruft. Selbst wenn das Gehirn an der Grenze der Vierhügel abgetrennt wird, erlischt die Phonation nicht. Der Verlust der Stimme tritt ein, wenn wir die Medulla total durchtrennen oberhalb des Vagusgebietes. Wenn auch die Phonationscentren in der Rinde durch diese Resultate viel von ihrer Bedeutung einbüssen, so wollen wir dieselbe doch nicht ganz in Abrede stellen, sondern nur ihre untergeordnete Rolle hervorheben, welche zu wichtigen pathologischen Schlüssen nicht geeignet erscheint. Es taucht nun die Frage auf, diese Resultate in Betracht gezogen, wie die Stimmbildung veranlasst wird.

* Neurolog. Centralblatt 1895.

Aus unseren Versuchen erhellt, dass die Phonation aufrecht erhalten bleibt, wenn das Gehirn an der Grenze der hinteren Vierhügel abgetragen wird, und dass die Phonation aufgehoben wird, wenn die Medulla total durchtrennt wird oberhalb des Vagusgebietes. BECHTEREW beobachtete auch, dass die Phonation aufhört, wenn die hinteren Vierhügel zerstört wurden und der benachbarte Medullatheil quer durchtrennt wurde. Wir haben den diesbezüglichen Widerspruch erwähnt; da wir denselben einer Controlluntersuchung unterwarfen, so halten wir unsere experimentellen Resultate vollkommen aufrecht und nehmen ein subcerebrales, phonatorisches Centrum an. Wir müssen noch die Missgeburten, die Anencephalen erwähnen, bei welchen Stimmbildung beobachtet wurde. Die diesbezüglichen genauen Untersuchungen sind spärlich vorhanden. Einzelne beschränken sich bloss darauf, dass die Missgeburt Laute von sich gab, ohne dass die vorhandenen Hirntheile untersucht worden wären; Andere theilen die histologischen Befunde mit, ohne Erwähnung der Lebenserscheinungen. Ausserdem kommen viele Missgeburten todt zur Welt, und die meisten Untersuchungen werden an dem in Sammlungen aufbewahrten Material vorgenommen. Zwei Fälle erwähne ich hier, wo neben der Beobachtung der Lebenserscheinungen auch genaue microscopische Untersuchungen ausgeführt wurden. DARVAS[1] hat einen Anencephalen microscopisch untersucht, das verlängerte Mark war bis zur gemeinschaftlichen Austrittsstelle des neunten und zehnten Hirnnervenpaares erhalten. Die Missgeburt lebte drei Tage, während dieser Zeit war nicht die geringste Spur einer Stimmbildung zu beobachten. ARNOLD[2] untersuchte eine hemicephale Missgeburt, die drei Tage lebte. Das Kind schrie selten, sonst stöhnte es viel; beim Auslösen der Reflexe durch Nadelstiche schrie das Kind nicht. Die Untersuchung zeigte, dass Rudimente des Kleinhirns vorhanden und die Corpora quadrigemina von einer Lamelle gebildet werden, und dass das Gehirn aus cystischen Hohlräumen besteht. Unter den Beobachtungen auf electrische Reizung des Gehirns sind keine

[1] ÓNODI: Innervation des Kehlkopfes 1895.
[2] ZIEGLER: Beiträge zur Pathologie 1894.

auf die Stimmbildung bezugnehmenden Daten enthalten. Bei diesem Monstrum war also Stimmbildung vorhanden, da der obere Theil der Medulla, das bezeichnete subcerebrale Phonationsgebiet, ausgebildet war. Unsere Experimente haben gezeigt, dass, wenn die Medulla oberhalb des Vagusgebietes durchtrennt wird, die Respiration fortbesteht, die Stimmbänder machen excessive Auswärtsbewegungen, Stimmbildung und Adductionsbewegungen sind nie eingetreten während der stundenlangen Beobachtungen. Bei diesen Versuchen war die störende Wirkung der Schlafmittel eliminiert.

Auf Grund des bisher Gesagten nehmen wir zwischen den hinteren Vierhügeln und dem Vagusgebiet ein subcerebrales phonatorisches Centrum an. Dieses Centrum erklärt uns, dass die Stimmbildung fortbesteht, wenn wir die Rindencentren, die Gehirnganglien zerstören, wenn wir das ganze Gehirn von der Medulla abtragen; wir finden die Erklärung, dass die Phonation aufgehoben wird, wenn wir die Medulla oberhalb des Vagusgebietes durchtrennen; wir können uns so erklären, dass perforierte Neugeborene schreien können, dass Monstra keine Stimmbildung haben, wenn nur das Vagusgebiet erhalten ist und dass die Phonation vorhanden, wenn die Medulla bis zu den Vierhügeln aufgebaut ist.

Was die klinischen Beobachtungen betrifft, so ist die Zahl der Fälle eine sehr geringe, welche zu pathologischen Erörterungen geeignet erscheint. Eine grosse Zahl der Beobachtungen war von negativem Resultat begleitet, bei Hemiplegien, bei Rindenaphasien war von Seiten des Kehlkopfes, der Stimmbildung, nichts Abnormes zu constatieren. Bei den erwähnten Fällen treten zwei Beobachtungen in den Vordergrund, die einseitige gekreuzte Stimmbandlähmung und die Cadaverstellung des Stimmbandes. Was die gekreuzte Stimmbandlähmung betrifft, so fand die Masini'sche Angabe Verwerthung. Wir haben aber gesehen, dass diese Angabe von allen Controllversuchen in Abrede gestellt wurde und daher kann dieselbe auf eine pathologische Verwerthung keinen Anspruch haben. Was die erwähnte Cadaverstellung der Stimmbänder betrifft, so kann dieselbe mit den experimentellen Resultaten nicht in Einklang gebracht werden. Wir haben gesehen,

dass die respiratorischen Bewegungen der Stimmbänder ihr Centrum in der Medulla im Vagusgebiet haben, welches die Abductionsbewegungen der Stimmbänder auch dann auslösen kann, wenn das ganze Gehirn von der Medulla abgetrennt worden ist. Ausserdem ist uns noch ein Rindencentrum durch RUSSEL bekannt gemacht worden, welches auf electrische Reizung die respiratorischen Bewegungen der Stimmbänder zu bewirken vermag. Die erwähnte Cadaverstellung der klinischen Beobachtung steht im scharfen Gegensatz mit den experimentellen Resultaten. Wenn wir die pathologischen Veränderungen betrachten in ihrem verschiedenen Auftreten, so erscheint ein Phonationscentrum am menschlichen Gehirn zu fixieren unmöglich. Es wurden Veränderungen gefunden in der Insel, in der unteren Stirnwindung, in der subcorticalen weissen Substanz, in den Grosshirnganglien, in der inneren Kapsel, im oberen Theile der Brücke. Bei ROSSBACH ist mit der Veränderung der rechten Insel das linke Stimmband gelähmt; bei REBILLARD finden wir die linke dritte Stirnwindung und die rechte zweite Stirnwindung erkrankt und nur das rechte Stimmband gelähmt; bei GAREL ist das linke Stimmband gelähmt und die rechte dritte Stirnwindung und linke Hemisphäre lädiert; bei GAREL und DOR ist das linke Stimmband gelähmt und der rechte Linsenkern und der äussere Theil der inneren Kapsel verändert; bei MÜNZER finden wir beide Stimmbänder gelähmt und Veränderungen in der rechten oberen Stirnwindung und linkerseits in den zusammenfliessenden Centralwindungen, in dem rechten Linsenkern, in dem linken gestreiften Körper, ferner im oberen Theil der Brücke; bei EISENLOHR finden wir auch Lähmung beider Stimmbänder neben Veränderungen der hinteren Abschnitte der Thalami optici und der inneren Kapseln, im vorderen Theile des Stirnlappens rechterseits und im vorderen Schenkel der inneren Kapsel linkerseits; und schliesslich bei PITT finden wir die Stimmbänder intact und die hinteren Theile der Linsenkerne und der inneren Kapseln verändert. Neben diesen Beobachtungen fehlt in einzelnen Fällen die Untersuchung des Vagusgebietes in der Medulla. Aus diesen Beobachtungen kann man den Sitz eines Phonationscentrums im menschlichen Gehirn nicht einmal annähernd fixieren. Wir können nur die mit den gefunde-

nen Gehirnläsionen im Leben beobachteten Stimmbandlähmungen einfach zur Kenntniss nehmen, ohne den geringsten Versuch zu machen, aus ihnen pathologische Sätze zu formulieren. Die Thierexperimente, wie wir gesehen haben, sind jetzt noch nicht geeignet, zur Grundlage pathologischer Schlussfolgerungen zu dienen. Besonders beim Hunde haben die Beobachtungen gezeigt, dass den subcorticalen Centren eine Function zufällt, die beim Menschen nur den Rindencentren zukommt, und dass die durch Exstirpation der Rindencentren verursachten Lähmungen vorübergehende sind und wenn auch nicht vollkommen, doch durch die Function der subcorticalen Centren compensiert werden. Die Richtung unserer weiteren Untersuchungen ist somit gegeben: die physiologischen Verhältnisse der von den Rindencentren unabhängigen Phonation zu erkennen, das Verhältniss des von uns angenommenen subcerebralen Centrums zu den Rindencentren und zu dem Vagusgebiet in der Medulla zu erforschen. Neben der Klarstellung dieser Fragen sind die klinischen Beobachtungen mit den aufgestellten Bedingungen berufen, beim Menschen die pathologischen Gesetze festzustellen.

Meine durch lange Krankheit unterbrochenen experimentellen Untersuchungen finden jetzt ihre Fortsetzung, deren Ergebnisse ich mit dem darausfolgenden Standpunkt ausführlich mittheilen werde.

Nachtrag.

Während der Correctur habe ich Gelegenheit gehabt, einen perforierten Neugeborenen zu untersuchen; ich zeichne die Ergebnisse an dieser Stelle auf. Prof. Tauffer hatte die Güte, mir den Neugeborenen zu überlassen, welcher nach der Extraction athmete und phonierte. Die Untersuchung des gehärteten Gehirns hat neben den Läsionen der Hemisphären gezeigt, dass das Gehirn in der Höhe der vorderen Quadrigemina von der Medulla durchtrennt ist. Die hinteren Quadrigemina und die Pons Varoli sind vollkommen intact, der proximale Theil der vorderen Quadrigemina und die Pedunculi cerebri sind zerstört. Die Zerstörung des rechten Pedunculus reicht bis zur durchsichtigen, kaum 1 mm. dicken äusseren Fläche desselben. Aber $^1/_2$ cm. oberhalb dieser

äusserst dünnen Verbindung vertieft sich nach aussen in den Sehhügel eine 2 cm. tiefe Läsion, so dass die Durchtrennung als fast vollkommen betrachtet werden muss. Diese Beobachtung, welche einem menschlichen Experimente entspricht, deckt sich mit unserem Thierexperimente, welches bei totaler Durchtrennung des Gehirnstammes in der Höhe der vorderen Quadrigemina die Phonation nicht aufhebt. Diesem Befunde ist das Resultat eines menschlichen Experimentes beizufügen. Sie ergänzen sich gegenseitig und stehen mit unseren Thierexperimenten in Einklang. Prof. KEHRER* hatte an einem perforierten Neugeborenen, welcher keine Laute gab und nur athmete, in Bezug auf das Respirationscentrum experimentiert. Der Neugeborene nahm in der Minute sechs Athemzüge; durch mechanische Reize der Handfläche und der Sohle konnten reflectorische Bewegungen der entsprechenden Extremitäten hervorgerufen werden, dagegen rief die Reizung der Haut keine Reflexe hervor. Ich habe auch brieflich die Bestätigung des Herrn Prof. KEHRER erhalten, dass keine Stimmbildung vorhanden war. Nach zehn Minuten wurde der Neugeborene zu einem physiologischen Experiment benutzt. Es fehlte «das ganze Gross- und Mittelhirn und der grösste Theil des Kleinhirns; von letzterem waren nur noch Fetzen mit den Kleinhirnschenkeln und die Varolsbrücke übrig. Dagegen war das ganze verlängerte Mark erhalten». «Die Durchschneidung der Medulla oblongata 1 cm. oberhalb der Spitze des Calamus scriptorius unterbricht weder die regelmässige rhythmische Brustathmung, noch die Hand- und Fussreflexe, ja verändert nicht einmal beide Bewegungsarten. Wohl aber zeigt das Ergebniss des zweiten, gerade unter der Spitze des Calamus scriptorius gelegten Querschnittes, wonach die Athmung und die Extremitätenreflexe sofort aufhörten, dass in dem durch die beiden Schnitte isolierten unteren Endstück der Medulla oblongata entweder die classischen Athmungscentren oder doch die Wurzeln der wesentlich bei der Athmung betheiligten sensiblen oder motorischen Athmungsnerven enthalten sind. Man muss daraus folgern, dass auch beim Menschen die hauptsächlichsten Athmungscentren an denselben Stellen liegen, wie

* Zeitschrift f. Biologie 1897, Bd. XXVIII.

bei den zu den Versuchen benutzten Säugethieren.» In KEHRER's Falle, wo das Gross- und Mittelhirn ganz, das Hinterhirn zum Theil zerstört war und nur das Nachhirn, die Medulla oblongata, intact geblieben, war nur die Athmung, aber keine Stimmbildung vorhanden. Die Medulla wurde auch microscopisch untersucht. Dieser Fall entspricht unserem Experimente, welches bei Durchtrennung der Medulla hinter dem Vierhügel oberhalb des Vagusgebietes die Phonation aufhebt.

In der Litteratur habe ich noch einen Fall gefunden, welcher aber einer genauen anatomischen Untersuchung entbehrt. Bei einem perforierten Neugeborenen, welcher schrie, räumte FAVRE* mit seinem Zeigefinger die Gehirnmassen aus, angeblich blieb nur die Medulla und das Kind schrie weiter; dann wurde das Kind durch Zerstörung der Medulla getödtet. Leider konnten bei diesem Vorgehen die Gehirntheile einer präcisen anatomischen Untersuchung nicht unterworfen werden, und es konnten nach der Ausräumung mit dem Zeigefinger das blutige Gebiet, die Gehirntheile, nur durch die Kopfwunde beurtheilt werden. Dieser Fall ist daher zur Verwerthung nicht geeignet. Neben den von uns angeführten Thierexperimenten und der experimentellen Richtung sind die perforierten Neugeborenen durch genaue anatomische Untersuchungen, event. physiologische Experimente, in hervorragender Weise geeignet, die wichtige Frage des subcerebralen Phonationscentrums endgiltig zu lösen. Es ist zu hoffen, dass in der Zukunft die perforierten Neugeborenen in dieser Richtung einer gründlichen anatomischen Untersuchung unterworfen werden und die so gesammelten Ergebnisse die definitive Aufklärung dieser Frage ermöglichen werden.

---

* VIRCHOW's Archiv 1895, Bd. 139.

24.

DIE RESPIRATORISCHEN UND PHONATORISCHEN NERVENBÜNDEL DES KEHLKOPFES.

Von Prof. Dr. A. ÓNODI,

corr. Mitgl. d. ung. Akad. d. Wiss.

Vorgelegt der Akad. in der Sitzung vom 19. Januar 1898.

Aus «Mathematikai és Természettudományi Értesítő» (Mathematischer und Naturwissenschaftlicher Anzeiger.) Bd. XVI, pp. 101—116.

In meiner Monographie[1] sind meine Experimente ausführlich erwähnt, welche sich auf die isolierten Aeste des Recurrens beziehen. Als Resultat dieser Experimente habe ich den Satz aufgestellt, dass die isolierten Nervenfasern der Erweiterer früher ihre elektrische Erregbarkeit und Leitungsfähigkeit verlieren, als die isolierten Nervenfasern der Verengerer. Meine experimentelle Methode habe ich in der Berliner klin. Wochenschrift 1889 veröffentlicht. Das erzielte Resultat erschien in einer vorläufigen Mittheilung im Centralblatt f. d. med. Wiss. 1889. Die Details habe ich auf dem Berliner internat. Congress 1890 vorgetragen.

Risien Russel[2] hat seine Untersuchungen mit seiner Methode im Jahre 1892 veröffentlicht. Er spaltete den Recurrens in drei Bündel; unter den isolierten Bündeln erwies sich das eine als Erweitererbündel, das zweite als Verengererbündel, während das dritte Bündel gar nicht reagierte. Er setzte die isolierten Bündel unter gleichen Umständen dem Einflusse der Luft aus und erhielt das Resultat, dass das Erweitererbündel früher seine Leitungs-

[1] Innervation des Kehlkopfes 1895. Wien.

[2] Proceedings of the Royal Society.

fähigkeit verlor, als das Verengererbündel. In dieser Arbeit nimmt Russel nur von meiner Methode Notiz, nicht aber von meinen gleichen Resultaten. So kam es, dass Burger[1] in einem Aufsatz diese Thatsache als das Ergebniss der Russel'schen Untersuchungen hinstellte. Ich war gezwungen, damals in dieser Frage die Thatsache klar zu legen und die Priorität des erwähnten Satzes zu betonen.[2] Burger anerkannte dies brieflich und Schroetter[3] corrigierte in einer Notiz den Sachverhalt in seinem Buche. Seitdem hat diese Thatsache richtige Erwähnung der Autoren Hajek,[4] Grabower,[5] Grossmann[6] gefunden. Semon[7] erwähnt neuerdings diese Thatsache in Verbindung mit den Untersuchungen Russel's: »lehrt dieser Versuch, dass die geringere Resistenzfähigkeit des Erweitererapparates der Glottis nicht auf die Muskelsubstanz desselben beschränkt ist, sondern auch die Nervenfasern betrifft». An anderer Stelle führt Semon in einer grossen Notiz aus, warum er bei der Frage des isolierten Verlaufes der Nervenbündel nur den Namen Russel erwähnte. Ich finde es daher für nothwendig, diese Angelegenheit zu klären, damit zwei verschiedene Fragen nicht verwechselt werden und der eigentliche Sachverhalt klar dastehe. Aus den erwähnten litterarischen Angaben geht hervor, dass ich drei Jahre früher auf experimenteller Grundlage den Satz aufgestellt habe, dass die isolierten Nervenfasern der Erweiterer früher ihre elektrische Erregbarkeit und ihre Leitungsfähigkeit verlieren als die isolierten Nervenfasern der Verengerer. Diesen Satz hat Russel bekräftigt. Das ist die Thatsache. Die Methoden waren verschieden, das Resultat dasselbe. Meine Methode bestand darin, dass ich die anatomischen Verzweigungen des Recurrens isolierte, und so die elektrische Erregbarkeit und die Leitungsfähigkeit der einzelnen isolierten Nerven untersuchte. Bei dieser Methode konnte ich die Erweitererfasern insgesammt in einem isolierten Bündel

[1] Berliner Klin. Woch. 1892.
[2] Berliner Klin. Woch. 1892.
[3] Krankheiten des Kehlkopfes 1892.
[4] Schnitzler, Hajek Klinischer Atlas der Laryngologie 1894.
[5] Recension. Centralblatt f. Laryngol. 1897.
[6] Archiv f. Laryngologie 1897.
[7] Heymann's Handbuch der Laryngologie 1897.

den drei isolirten Verengererbündeln entgegensetzen. Bei der Russel'schen Methode stand ein Erweitererbündel nur einem isolierten Verengererbündel gegenüber, und auch dann konnte man nicht im isolierten Erweitererbündel Verengererfasern ausschliessen, welche nur wegen der überwiegenden Kraft des Posticus nicht zur Geltung kommen konnten. Im Falle, dass das Erweitererbündel der Fasern des Transversus entbehrte, dann stand das Erweitererbündel dem ganzen Verengererbündel gegenüber.

Eine ganz andere Frage ist der isolierte Verlauf der Nervenbündel im Recurrens. Die Semon'sche Behauptung wurde durch Russel's Verfahren experimentell unterstützt. Auf Grund seines experimentellen Spaltungsverfahrens behauptete er, dass im Recurrensstamme die Erweitererbündel und die Verengererbündel isoliert verlaufen. Ich habe mich mit dieser Frage nie befasst und habe auch nie darauf einen Anspruch gemacht. Daher dürfen in dieser Angelegenheit die erwähnten zwei Fragen nicht verwechselt werden. Die historische Wahrheit ist daher folgende: der von mir aufgestellte Satz, dass die isolierten Erweitererbündel, früher ihre Leistungsfähigkeit verlieren, als die isolierten Verengererbündel, ist von Russel nur bestätigt worden, ferner die Vermuthung Semon's ist experimentell von Russel unterstützt worden, was den isolierten Verlauf der Nervenbündel im Recurrensstamme betrifft. Mit dieser Frage hatte sich bisher kein Anderer befasst.

Zur Zeit befassen sich meine Untersuchungen mit der Anatomie der respiratorischen und phonatorischen Nervenbündel des Kehlkopfes, mit welcher man sich bisher nicht beschäftigt hat: erst nach den erkannten anatomischen Kenntnissen kann man das Gebiet der experimentellen Forschung betreten.

Schon Semon hat bekanntermeise seine Vermuthung ausgesprochen, dass die Nervenfasern der Erweiterer in einem isolierten Bündel verlaufen. Diese Annahme bekräftigt die Beschaffenheit des medullaren Respirationscentrums, welches auch ohne Gehirn die respiratorischen Bewegungen der Stimmbänder auslösen kann. Die complicierte physiologische Einrichtung des Kehlkopfes, die subcerebralen und die Rindencentren der Phonation und der Respiration sprechen für die Annahme eines isolierten Verlaufes der Erweitererbündel und der Verengererbündel. Meine Unter-

suchungen, welche sich auf den Verlauf der cerebrospinalen Faserbündel im sympathischen Grenzstrange beziehen, haben meine Ueberzeugung bekräftigt, dass zwischen den physiologischen Bestimmungen und den anatomischen Einrichtungen ein inniger Zusammenhang besteht. Meine Untersuchungen* haben zur Erkenntnis eines Systemes geführt, welches den engen Zusammenhang zwischen dem Verlauf der cerebrospinalen Faserbündel und den physiologischen Einrichtungen einzelner Centren erkennen liess.

Zu der erwähnten Frage habe ich schon a priori den Standpunkt eingenommen, dass die respiratorischen und die phonatorischen Bündel von einander isoliert verlaufen von den Centren zur Peripherie und nur durch das Perineurium zu einem Strang verbunden werden. Morphologisch ist diese Frage bis heute noch nicht behandelt worden. Wir können die Frage noch nicht beantworten, ob bei dem Zusammentreffen der vorderen und hinteren Nervenwurzeln und bei der peripheren Plexusbildung die Nervenfasern sich in der That vermischen, oder ob sie sich nur oberflächlich aneinander schmiegen. Beides kann vorkommen, wahrscheinlich ist aber, dass die von verschiedenen Wurzeln stammenden Nervenbündel in einem Nervenstamme isoliert verlaufen und nur vom Perineurium als Ganzes verbunden sind, um gelegentlich sich wieder von einander zu trennen. Professor Lenhossék hat an seinen Schnitten gefunden, dass unterhalb der Spinalganglien eine wirkliche Plexusbildung nicht stattfindet; sondern die motorischen und sensiblen Bündel parallel neben einander laufen. Aber eine langsam sich ausbreitende Plexusbildung kann er auch nicht ausschliessen. Die embryologischen Untersuchungen haben gezeigt, dass auch an der Peripherie die motorischen Nervenfasern früher ihre Markhülle erhalten, als die sensitiven. Diese Thatsache kann in unserer Frage nicht verwerthet werden, da wir es im Recurrens nur mit verschiedener physiologischer Bestimmung versehenen, aber sonst gleichen motorischen Bündeln zu thun haben. Dass anatomisch einzelne Nervenbündel auf langer Strecke isolierbar sind, das lehren die litterarischen Daten. Uns ist es gelungen, die cerebrospinalen Faserbündel

* Archiv f. Anatomie und Physiologie 1884.

im Sympathicus zu isolieren und zu verfolgen. PENZO* beschreibt merkwürdige Resultate, indem er den Nervus petros. sup. maj. durch das Ganglion sphenopalatinum und durch das Ganglion geniculatum in den Stamm des Nerv. facialis und in die Chorda tympani verfolgen konnte. Ich habe die Verdauungsmethode versucht, ohne ein Resultat zu erzielen. Mit der Anatomie der respiratorischen und der phonatorischen Nervenbündel des Kehlkopfes hat sich bisher Keiner befasst. Der Stamm des Recurrens zeigte nach der Verdauung einen aufgedunsenen Strang, in dessen Mitte ein dichter Nerv sich hinzog. Mehrere Nervenbündel waren weder mit freiem Auge, noch mittelst Präparation zu sehen. Ich habe die anatomische Zerfaserung vorgenommen und den Nervenstamm unter Wasser mit Nadeln auf einer Korklamelle auf seine Bündel zerlegt.

Wenn wir die anatomischen Verhältnisse betrachten, so sehen wir, dass der Recurrens sich in einen medialen und einen lateralen Zweig theilt, der laterale Zweig giebt die Aeste zum Lateralis und zum Thyreoarytaenoideus, der mediale Zweig giebt die Aeste zum Posticus und zum Transversus. Wir finden aber auch selbstständig den Ast zum Posticus, in diesem Falle entspringt der Ast zum Transversus vom lateralen Zweig. Wenn wir die im Stamme des Recurrens verlaufenden verschiedenen Nervenbündel betrachten, so werden wir die Schwierigkeit erkennen, welche der vollkommenen Isolierung der respiratorischen und phonatorischen Bündel entgegensteht. Es verlaufen im Stamme des Recurrens, ausser den Verengererbündeln und den Erweitererbündeln, Nervenfasern, welche zur Trachea und zum Oesophagus ziehen, fernerhin solche, welche vom Sympathicus und vom N. laringeus superior stammen. Rechnend mit diesen Schwierigkeiten, habe ich meine Untersuchungen begonnen beim Rind, Hund, Menschen und Pferde und nach den ersten Untersuchungen am Recurrens der Ochsen erschien die Lösung der Frage fast illusorisch. Wie die erste Figur zeigt, existirt im Stamme des Recurrens beim Rind eine so ausgebreitete Geflechtbildung, dass die Isolirung der respiratorischen und phonatorischen Nervenbündel sich als unmöglich

* Anatomischer Anzeiger 1893.

erwies. Die Stärke der Geflechtbildung ist an verschiedenen Stellen verschieden, das Auseinandergehen und Zusammentreffen der einzelnen Bündel, mit einem Worte in der ganzen Geflechtbildung ist ein entschiedenes System nicht zu erkennen. Wenn wir aber den Stamm des Recurrens dort zerlegen, wo derselbe in seine Zweige sich theilt, dann bekommen wir ein viel klareres Bild. Die Geflechtbildung erstreckt sich auch auf die Aeste, man kann aber deutlich sehen, dass sie sich mehr auf die phonatorischen Bündel bezieht. Dieses Verhältniss illustriert die Figur 2. Man sieht deutlich, dass die Nerven der Mm. thyreoarytaenoideus, cricoarytaenoideus lateralis und transversus eine grössere Geflechtbildung zeigen, während unter den respiratorischen Bündeln nur einzelne einfache Verbindungen zu sehen sind. Wir sehen aber, dass in der Bahn des respiratorischen Bündels auch phonatorische Fasern sich befinden, welche sich dann im Gebiet der Verästelung trennen. Fig. 2 zeigt einen Faden, welcher vom respiratorischen Bündel zu einem weiter gelegenen phonatorischen Bündel übergeht. Fig. 3 bezieht sich auch auf das Rind

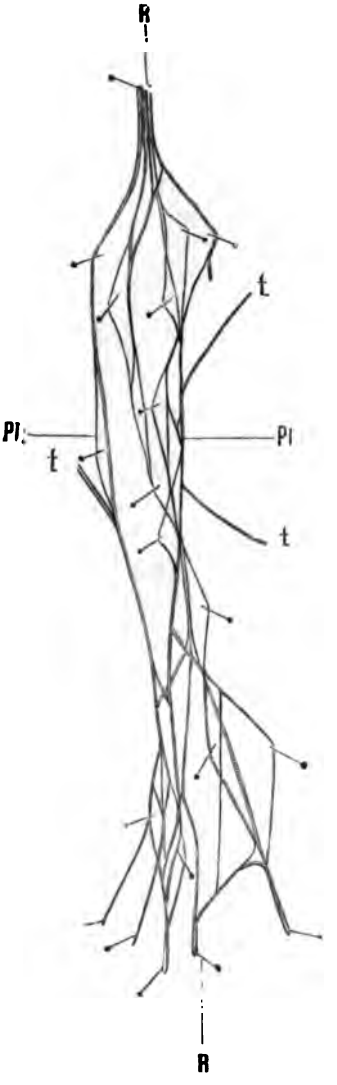


Fig. 1. *Rind.* Der Stamm des Recurrens ist zerlegt, die Nervenbundel zeigen eine ausgedehnte flache Plexusbildung, die eine Isolierung der respiratorischen u. phonatorischen Bündel unmöglich macht. *R.* Recurrens. *Pl.* Geflechtbildung. *t.* Ramus trachealis.

und zeigt den Stamm des Recurrens am Orte seiner Verästelung. Auch hier lässt sich die erwähnte Tendenz der Geflechtbildung der phonatorischen Bündel erkennen. Wir sehen, dass die phonatorischen Fäden sich nur anschmiegen an das respiratorische Bündel, um es wieder zu verlassen: eine Strecke lang verlaufen die Zweige für den Posticus und für den Transversus in einem Bündel, es ist aber deutlich zu sehen, wie sich der Nerv des Musculus transversus seine Fasern sammelt. Den gemeinschaftlichen Verlauf erklären die nahen örtlichen Verhältnisse, nach welchen der Nerv des Transversus unter den Posticus verlaufen muss, um zu seinen Bestimmungsort zu gelangen.

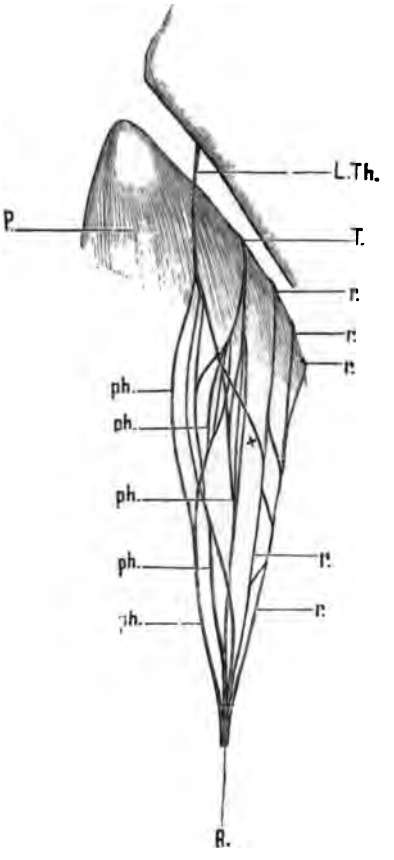


Fig. 2. *Rind.* Der Recurrens mit seinen Aesten nahe der anatomischen Verzweigung. Die Nerven sind auf die Fläche des Posticus gelegt. Die Geflechtbildung zeigt ausgeprägter die phonatorischen Bündel, es ist gut zu sehen, wie ein Faden phonatorischer Fasern das respiratorische Bündel verlässt. *R.* Recurrens. *P.* Posticus. *L. Th.* Nerv für die Mm. cricoarytaenoideus lateralis und Thyreoarytaenoideus. *T.* Nerv des Musc. transversus, *ph.* phonatorische Bündel. *r.* respiratorische Bündel. × phonatorische Fasern, die Bahn des respiratorischen Bündels verlassend.

Beim Rind erlaubt die ausgedehnte Geflechtbildung nicht eine Isolierung der respiratorischen und phonatorischen Bündel, dennoch erscheint uns die Annahme sehr wahrscheinlich, dass die Geflechtbildung von dem phonatorischen Bündel erzeugt wird und dass die respiratorischen Bündel daran keinen Antheil haben. Die Auswechselung der phonatorischen Fasern, das Anschmiegen und das Verlassen derselben an das und von dem

respiratorischen Bündel erzielen die Geflechtbildung. Und so können die respiratorischen Fasern neben der Geflechtbildung als einheitliches Bündel im Stamme des Recurrens verlaufen. Diese Annahme bekräftigen unsere weiteren Untersuchungen.

Beim Hund verläuft parallel und lose verbunden mit dem Stamme des Recurrens der Ramus trachealis n. laryngei superioris, zahlreiche feine Aeste zur Trachea sendend. Eigentlich bildet er die Fortsetzung der Ansa Galeni, welche beim Menschen mit dem lateralen Zweig im Zusammenhang steht und in die Bahn des Recurrens sensible Fasern vom Laryngeus sup. bringt. Beim Hund hängt er mit dem Stamme des Recurrens zusammen vor seiner Verästelung und dann läuft er parallel mit ihm am Halse, seine Fasern der Trachea abgebend. Die Verhältnisse illustriert Figur 4. Gleichzeitig zeigt diese Figur rechterseits den zerlegten Recurrens. Die respiratorischen und phonatorischen Bündel sind isolierbar, aber wir können Verbindungen treffen, wie die Figur 4 zeigt, welche scheinbar gegen eine vollständige Isolierung sprechen könnten. Wir sehen am unteren Theil des Recurrens ein Bündel, welches sich in zwei Zweigchen theilt, das eine Zweigchen zieht zum isolierten respiratorischen Bündel, das andere zum phonatorischen Bündel; am oberen Theil des Recurrens vor seiner Verästelung sehen wir noch eine Verbindung, ein feiner Faden zieht vom respiratorischen Bündel zum phonatorischen hinauf. Näher betrachtet ist es uns klar, dass

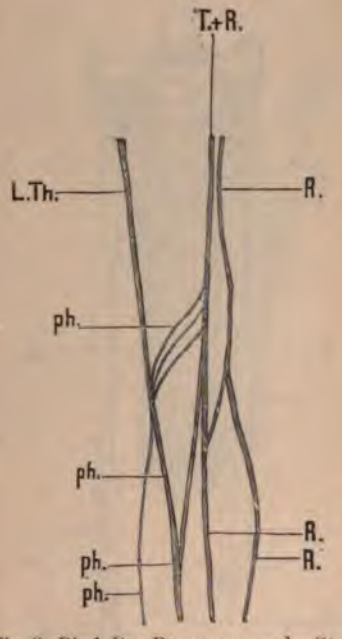


Fig. 3. *Rind.* Der Recurrens an der Stelle seiner Verästelung *L. Th.* Nerv der Mm. cricoarytaenoideus lateralis und thyreoarytaenoideus *R.* Nerv des Posticus, *R. R.* respiratorische Bündel, *T+R.* der Nerv des Transversus in einem Stamm mit dem Nerv des Posticus, *ph.* phonatorische Bündel.

die bei dem Rind an dem phonatorischen Bündel beobachtete Geflechtbildung sich hier beim Hund in sehr geringem Maasse wiederholt. Es verlässt ein Faden das phonatorische Bündel, schmiegt sich dem respiratorischen an, um höher es wieder zu verlassen und sich an das phonatorische Bündel zu schliessen, wie es unten das andere Zweigchen that. Dass es wirklich so ist, zeigt uns in diesem Falle die Thatsache, dass der Nerv des Transversus vom phonatorischen Bündel entspringt. Gerade das Gegenstück sehen wir beim Pferd in der Figur 6 illustriert. Es ist daher möglich, dass phonatorische Fasern sich an das respiratorische Bündel anschmiegen können, um den örtlichen Verhältnissen entsprechend mit demselben den M. transversus erreichen zu können oder nur theilweise einen gemeinsamen Verlauf zeigen, um wieder zum phonatorischen Bündel zurückzukehren oder schliesslich schon in ihrem ganzen Verlauf in der Bahn des phonatorischen Bündels enthalten sind.

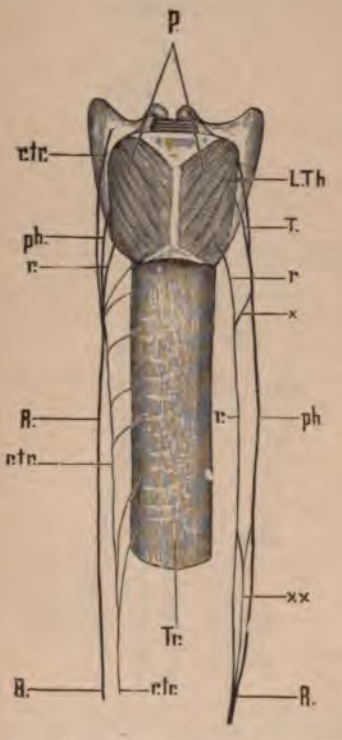


Fig. 4. *Hund.* Rechts ist der Recurrens zerlegt, links die normalen anatomischen Verhältnisse, mit dem Recurrens parallel verlaufenden. R. trachealis, n. laryng. sup., *R.* Recurrens, *P.* Posticus, *Tr.* Trachea, *r. tr.* ramus trachealis n. laryngei superioris, *L. Th.* Nerv. d. Mm. cricoarytaenoideus lateralis und thyreoarytaenoideus, *T.* Nerv des musc. transversus, *r. r.* Nerv des Posticus, respiratorisches Bündel, * phonatorische Fasern, welche die Bahn des respiratorischen Bündels verlassen, ** phonatorisches Bündel, dessen Zweigchen sich dem respiratorischen Bündel anschmiegt.

Beim Menschen ist es gelungen, die respiratorischen und phonatorischen Nervenbündel bis zu den grossen Gefässen zu isolieren. Figur 5 zeigt den linken Recurrens in die zwei erwähnten Bündel zerlegt. Die Isolierung und Verfolgung wird durch die Zart-

heit und Dünnheit der Nervenfaden sehr erschwert, so dass dieselbe am unteren Theil des Halses, wo der Recurrens seine tiefen Aeste zur Trachea giebt und sich mit dem Sympathicus verbindet, nicht weiter ausführbar war. Bis dorthin war es deutlich zu constatieren, dass die respiratorischen und phonatorischen Bündel im Stamme des Recurrens nebeneinander als einheitliche isolierte Bündel verlaufen.

Beim Pferd ist es gelungen, die Frage endgültig zu entscheiden. Schon meine frühere Untersuchung am Sympathicus beim Pferd haben mein Vertrauen befestigt, dass auch in dieser Frage das Pferd ein gutes Material sein würde. Und ich habe mich nicht getäuscht. Schon das erste kleine Präparat hat mich von der Lösbarkeit der Frage überzeugt. Fig. 6 zeigt, dass die respiratorischen und phonatorischen Nervenbündel schön zu isolieren sind, auch die Nerven des Transversus waren eine Strecke verfolgbar. Die Figur 6 zeigt, dass der Nerv des Transversus auf der einen Seite vom respiratorischen Bündel, auf der anderen Seite vom phonatorischen Bündel entspringt. Die zu kurz abgeschnittenen Nerven haben nicht die weitere Verfolgung erlaubt, welche gewiss an einer Stelle gezeigt hätte, wie der Nerv den Transversus die Bahn des respiratorischen Bündels verlässt, um in die ursprüngliche Bahn des phonatorischen Bündels einzutreten. Die theilweise Anschliessung der phonatorischen Nervenfasern an das respiratorische Bündel haben wir schon früher besprochen.

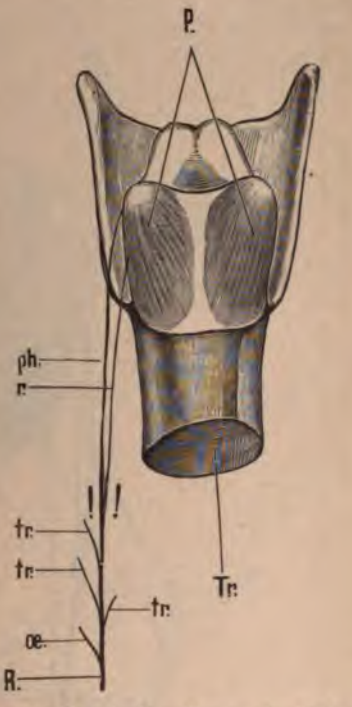


Fig. 5. *Mensch.* Der Stamm des linken Recurrens zerlegt. *R.* Recurrens, *P.* Posticus, *Tr.* Trachea, *oe.* Oesophagealzweig, *tr.* Trachealzweig, *r.* respiratorisches Bündel, Nerv des Posticus, *ph.* phonatorisches Bündel, Nerv der Mm. cricoarytaenoideus lateralis, thyreoarytaenoideus und transversus.

Figur 7 illustriert ein Präparat beim Pferd, an welchem es uns gelungen ist, die isolierten phonatorischen und respiratorischen

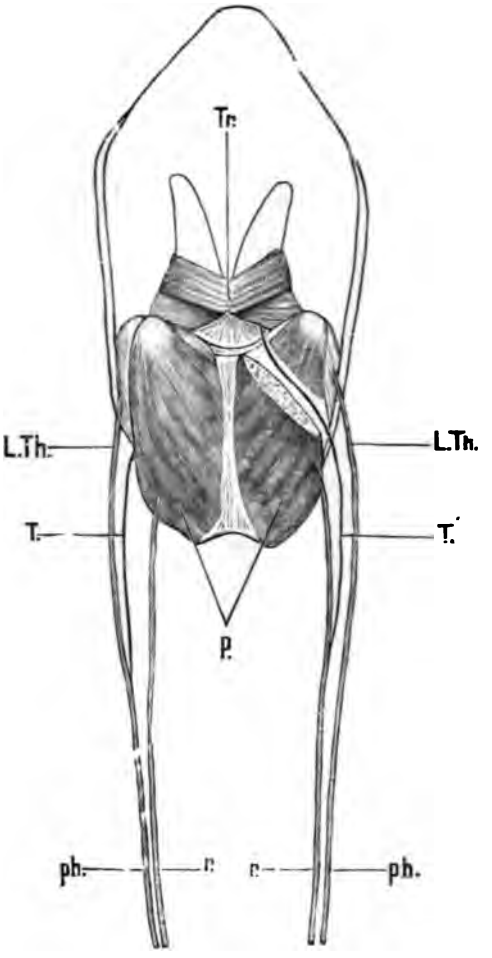


Fig. 6. *Pferd.* Die Recurrentes sind auf einem kleinen Gebiet des ausgeschnittenen Materials zerlegt, die respiratorischen und phonatorischen sind isoliert sowie die Nervenbündel des Musc. transversus ein wenig verfolgt. *P.* Posticus *Tr.* Musc. transversus, *r.* respiratorisches Bündel. der Nerv des Posticus, *ph.* phonatorisches Bündel. *L. Th.* Nerv der Mm. cricoarytaenoideus lateralis und thyreoarytenoideus, *T.* Nerv des Musc. transversus.

Bündel im Stamme des Recurrens am Hals, am oberen Theil der Brusthöhle durch die sympatischen Verbindungen in den Stamm

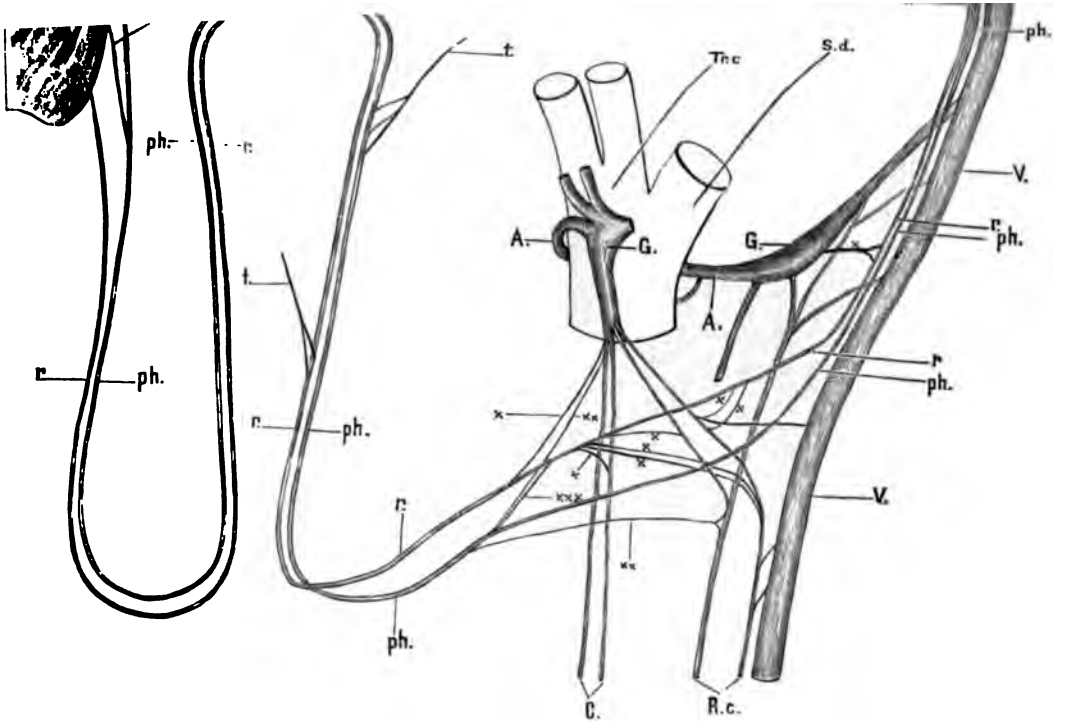


Fig. 7. *Pferd.* Der Stamm des Recurrens ist in seiner ganzen Ausbreitung zerlegt, die isolierten respiratorischen und phonatorischen Bündel sind am oberen Theil der Brusthöhle durch die sympathischen Verbindungen in den Stamm des Vagus verfolgt Ueberraschend schön zeigt sich das Verhältniss des isolierten respiratorischen Bündels zu dem sympathischen Nervensystem und zu den Rami cardiaci. *P.* Posticus. *L. Th.* Nerv der Mm. cricoarytaenoideus lateralis und thyreoarytaenoideus, *T.* Nerv des Musc. transversus, *r. r.* respiratorisches Bündel, *ph. ph.* phonatorische Bündel, *t.* Trachealzweig, *V.* Vagus. *A.* Ansa Vieusseni. *G.* sympathische Ganglien, *Tr. c.* Truncus caroticus, *S. d.* Subclavia dextra, *C.* Verbindungsäste zum Ganglion stellatum. *R. c.* Rami cardiaci mit ihren sympathischen und Vaguswurzeln und laryngealen Verbindungen. × die Verbindungen des respiratorischen Bündels mit dem sympathischen Nervensystem und mit den Rami cardiaci. ×× Verbindungen des phonatorischen Bündels, ××× Verbindung des respiratorischen Bündels mit dem phonatorischen Bündel.

des Vagus zu verfolgen und so zur Erkenntniss der anatomischen Thatsache zu gelangen, dass entsprechend der doppelten Function des Kehlkopfes, der Athmung und der Stimmbildung, die respiratorischen und phonatorischen Nervenfasern von den Centren zu den Kehlkopfsmuskeln in einheitlichen isolierten Nervenbündeln verlaufen. Die Länge der isolierten respiratorischen und phonatorischen Nervenbündel vom Kehlkopf bis zu den sympathischen Verbindungen beträgt 66 cm; in diesem Abschnitt entspringen von den Bündeln Trachealzweige, welche in der Figur angegeben sind. Die Länge der isolierten respiratorischen und phonatorischen Nervenbündel im Stamme des Vagus beträgt 22 cm, sie sind daselbst leicht zu verfolgen. Der Schwerpunkt der Isolierung ist jene Schlinge, welche der Recurrens beim Ursprung vom Vagus bildet, um unter den grossen Gefässen zwischen Trachea und Oesophagus gegen den Kehlkopf zu ziehen. Da sind die sympathischen Verbindungen, die Ansa Vieusseni und die Rr. cardiaci. An dieser Stelle ist die Isolierung des phonatorischen Bündels und die Verfolgung in den Vagusstamm desselben verhältnissmässig leicht gegangen, es waren, wie die Figur auch zeigt, zwei Verbindungen zu sehen, die eine (**) mit der Ansa Vieusseni, die andere (**) mit dem R. cardiacus: der erste Faden verbindet ein Bündel, welches von dem Ganglion der Ansa Vieusseni zu dem Ganglion stellatum zieht, der zweite Faden zerfällt in einen ab- und aufsteigenden Theil, welcher letzterer mit einem Ast der Ansa Vieusseni zusammentrifft. Ausserdem sehen wir eine kurze Verbindung zwischen den respiratorischen und phonatorischen Bündeln. Umso schwerer ging die Verfolgung des isolierten respiratorischen Bündels in den Vagusstamm, es war eingebettet in den sympathischen Verbindungen, acht Verbindungsfäden konnten wir constatieren, welche in der Figur mit * bezeichnet sind. Von dem Ganglion der Ansa Vieusseni gehen zwei Bündel (c) zum Ganglion stellatum, zwei dünnere Zweige zu den Rami cardiaci (R. c.); das respiratorische Bündel ist mit fünf Fäden mit diesen erwähnten Zweigen verbunden. Vom, die Ansa Vieusseni mit dem R. cardiacus verbindenden Zweig gehen zwei Fäden zu dem, im Vagus verlaufenden respiratorischen Bündel und weiter oben steht dasselbe mit der Ansa Vieusseni wieder in Verbindung mit einem auf- und absteigenden

Faden. Die enge Verbindung des respiratorischen Bündels mit dem Sympathicus und den Rami cardiaci ist sehr auffallend im Vergleiche mit den einfachen Verhältnissen des phonatorischen Bündels. Wir haben beim Pferd zwei Thatsachen erkannt: 1. den isolierten anatomischen Verlauf der respiratorischen und phonatorischen Nervenbündel im Stamme des Recurrens und des Vagus, 2. das enge Verhältniss des isolierten respiratorischen Bündels mit dem Sympathicus und den Rami cardiaci. Betrachten wir diese Thatsachen näher. Wir haben gesehen, dass es uns gelungen ist, beim Pferd die isolierten respiratorischen und phonatorischen Bündel in der Länge von 88 cm in den Stämmen des Recurrens und des Vagus zu verfolgen. Beim Menschen und beim Hunde ist uns die Isolierung am Hals gelungen, hingegen beim Rind war dieselbe wegen der ausgedehnten Geflechtbildung nicht ausführbar. Ferner haben wir gesehen, dass die phonatorischen Bündel sich dem respiratorischen Bündel anschmiegen können, dass der Nerv des M. transversus gemeinsam mit dem respiratorischen Bündel in verschiedener Länge verlaufen kann und von ihm zu seinem Bestimmungsorte gehen kann, derselbe Nerv kann von dem respiratorischen Bündel nach einem kürzeren Verlauf zum phonatorischen Bündel wieder zurückkehren und dann zu seinem Muskel gehen und zuletzt kann derselbe in seinem ganzen Verlauf in der Bahn des phonatorischen Bündels enthalten sein.

Russel hat den Recurrensstamm experimentell in drei Bündel gespalten, die elektrische Reizung erwies, dass das eine Bündel das Erweitererbündel, das zweite das Verengererbündel ist, während das dritte Bündel nicht reagierte. Ueber dies letzte Bündel giebt Russel keine Aufklärung und Semon, der sich wiederholt auf diese Experimente beruft, lässt ebenfalls diese Sache unberührt. Bis wir die erkannten anatomischen Verhältnisse einer experimentellen Prüfung unterwerfen werden, wollen wir auf Grund unserer anatomischen Untersuchungen einige Bemerkungen machen. Wir haben gesehen, dass beim Hund mit dem Recurrens parallel, an dessen innerer Seite der Ramus trachealis n. lar. sup. verläuft, welcher nur am obersten Theil in einer Ausdehnung von kaum einem Centimeter mit demselben verbunden ist und sonst von ihm sehr leicht zu isolieren ist, da derselbe auch nicht zum Stamm

des Recurrens gehört. Der eigentliche Stamm des Recurrens besteht aus zwei, eventuell aus drei Bündeln, von denen nur ein Bündel das respiratorische Bündel ist. Das respiratorische Bündel kann sich anschmiegende Verengererfasern haben, welche bei der elektrischen Reizung in Folge des Ueberwiegens des Posticus nicht reagieren können. Von den von Russel gereizten Bündeln ist das eine ein Erweitererbündel, das zweite ein Verengererbündel, das dritte nicht reagierende entspricht dem Ramus trachealis n. laryng. sup. nach unseren anatomischen Untersuchungen.

Wir werden Gelegenheit haben diese Verhältnisse nach experimenteller Prüfung ausführlich zu erörtern.

Wir fassen unser Resultat der diesbezüglichen Untersuchungen in Folgendem zusammen: Semon hat behauptet, dass die respiratorischen und phonatorischen Nervenfasern von ihren Centren zum Kehlkopfe in den Nervenstämmen isoliert verlaufen, diese Behauptung wurde von Russel experimentell bekräftigt und von uns anatomisch bewiesen.

Betrachten wir jetzt die sympathischen Verbindungen des isolierten respiratorischen Nervenbündels. Wir haben gesehen, dass das isolierte phonatorische Bündel mit einem Faden theils mit der Ansa Vieussenі, theils mit dem Ramus cardiacus zusammenhängt. Auffallend ist aber das enge Verhältniss des respiratorischen Bündels mit dem Sympathicus und den Rami cardiaci. Acht Verbindungsfäden haben wir in verschiedenen Richtungen constatiert. Dieses enge Verhältniss mit dem Sympathicus ist sofort aufgefallen bei der Verfolgung der isolierten Bündel, das phonatorische Bündel war leicht zu isolieren, während das respiratorische Bündel zwischen diesen Verbindungen s. z. eingeflochten war. Anatomisch besteht ein enges Verhältniss zwischen dem isolierten respiratorischen Bündel, dem Sympathicus und den Rami cardiaci.

Unsere vorher erwähnten Untersuchungen haben sich beim Pferd auf den Verlauf der cerebrospinalen Nervenfasern im sympathischen Grenzstrange bezogen. Diese Untersuchungen haben gezeigt, dass die cerebrospinalen Nervenbündel im sympathischen Grenzstrange in einem ausgesprochenen System verlaufen, mit dem grösseren Theil ihrer Fasern nach auf- oder abwärts. Ich habe nachgewiesen, dass von den 6—7 thoracicalen Communi-

canten aufwärts die cerebrospinalen Nervenbündel mit dem grösseren Theil ihrer Fasern nach aufwärts steigen im sympathischen Grenzstrange und nur ein kleiner Theil nach abwärts geht, während vom 7. thoracicalen Communicans abwärts gerade das umgekehrte Verhältniss sich offenbart in dem Verlauf der cerebrospinalen Nervenbündel im sympathischen Grenzstrange. Es ist bekannt, dass im Rückenmark Centren liegen, deren Nerven zu höher und tiefer gelegenen Organen ziehen. Es ist bekannt das Verhältniss des Rückenmarkes und des Halssympathicus zur Iris, ferner das Verhältniss des Rückenmarkes zur Blase, zu den Genitalien, zum Mastdarm etc. Beim Pferd haben wir gefunden, dass die Fasern des 3. und 4. lumbalen Communicans zum grössten Theil zu einem Geflechte ziehen, welches die Blase und den Mastdarm mit Nerven versehen. Bei einem Hunde haben wir durch Reizung des dritten lumbalen Communicans Contraction der Blase erzielt. Aeussere Umstände haben es verursacht, dass ich diese Untersuchungen nicht fortsetzen konnte und ein Decennium verfloss, als mich meine Untersuchungen im Gebiete der Kehlkopfnerven wieder mit dem Sympathicus zusammenbrachten. Meine Untersuchungen habe ich in dem erwähnten Werke mitgetheilt, dessen Ergebniss war, dass auf elektrische Reizung der Communicanten zwischen Sympathicus und Plexus brachialis, ferner des Grenzstranges zwischen dem obersten Brustganglion und dem untersten Halsganglion in der entsprechenden Weise die Contraction der Muskulatur des Stimmbandes und die sofortige Medianstellung des Stimmbandes eintrat. Ich habe auch die von Prof. Lenhossék beobachtete, auf Menschen sich beziehende hochinteressante Anomalie mitgetheilt, wo der Recurrens mit seiner gewöhnlichen Stärke aus einem Ganglion entsprang, während die vom Vagus kommende Wurzel anstatt 2·5 mm nur 0·5 mm stark war und sich in das Ganglion vertiefte. Das Ganglion selbst — von welchem der gewöhnlich starke Recurrens ausgieng — stand mit mehreren Fäden in Zusammenhang mit den unteren Hals- und dem obersten Brustganglion. Prof. Lenhossék hatte mir das Präparat demonstriert.

Wir wollen uns bei dieser Gelegenheit nur auf die erkannte anatomische Thatsache beschränken, dass das isolierte respirato-

rische Bündel beim Pferd mit dem Sympathicus eng verbunden ist, dass die Nervenbahnen der automatischen Centren in der Peripherie mit dem Sympathicus in einer engeren Verknüpfung erscheinen. Es würde jetzt nicht zum Zwecke führen, wollten wir diese morphologischen Verhältnisse zu erklären oder auch mit dem Reflexmechanismus der laryngealen Athmungsbewegungen in Verbindung zu bringen versuchen. Wir beschränken uns auf die Mittheilung unserer Beobachtung und haben die feste Absicht die physiologische Bedeutung dieser morphologischen Verhältnisse experimentell nachzuweisen. Die experimentellen Untersuchungen werden eingehend, sowohl die respiratorischen und phonatorischen Nervenbündel, wie auch die sympathische Verbindung prüfen.

25.

NEUE VERSUCHE AN LUFTLEEREN ELEKTRISCHEN RÖHREN.

Von DESIRÉ KORDA.

Vorgelegt der Akademie in der Sitzung vom 15. Februar 1897 durch das ord. Mitgl. *Col. v. Szily.*

Aus »Mathematikai és Természettudományi Értesitő» (Math. u. Naturwiss. Anzeiger) Band XV, pag. 87—95.

1. In meiner Abhandlung: «Eine elektrische Lichterscheinung» * erwähnte ich diejeniger Eigenschaften genügend luftverdünnten Geissler'scher Röhren einer bestimmten Form, deren Anoden-Lichthülle bei einer gewissen Länge des in den Strom eingeschalteten Funkens verschwindet, um bei einer weiteren Verlängerung der Funkenstrecke wieder zu erscheinen.

Indem ich die darauf bezüglichen Versuche fortsetzte, suchte ich vor Allem den Beweis, dass diese Erscheinung in der That die Folge der aus der Kathode ausgehenden Strömung ist. Auf Grund meiner neuen Beobachtungen bin ich in der Lage, die Richtigkeit meiner Voraussetzung, mit Hilfe von Geissler'schen Röhren experimentell zu beweisen.

Eine solche Röhre habe ich auf die Weise hergestellt, dass ich in eine, für Röntgenstrahlen bestimmte luftverdünnte Röhre eine geringe Menge Luft gelangen liess, und dadurch den inneren Widerstand der Röhre so viel verringerte, dass die mit ihr parallel geschaltete Funkenstrecke die Verdunkelung der Röhre nur durch das Einstellen auf eine ganz geringe Funkenstrecke hervor-

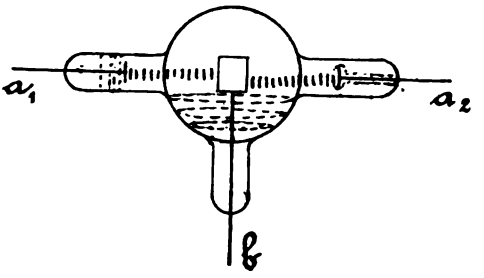
* Math. und naturwiss. Berichte. Bd. XIV, pag. 192—196.

bringen konnte, wogegen früher, bevor Luft in die Röhre gedrungen war, bei einer Funkenstrecke von 20 Millimetern ein Funke übersprang und die Röhre von grossem Widerstande verdunkelte. Es ist zu bemerken, dass die angewandte Ruhmkorff'sche Inductionsrolle einen Funken im Maximum von 4 cm. zu geben im Stande war.

Wenn man die zwei, der so vorbereiteten Röhre gegenüberstehenden Electroden, mit den beiden Polen der Ruhmkorff'schen Inductionsrolle in metallische Verbindung bringt, kann man keine Spur von Crookes'schen fluorescierenden Erscheinungen entdecken, wogegen man bei Geissler'schen Röhren ein characteristisches rosenfarbiges Effluvium, die Fluorescenz der eingeschlossenen Luft, zwischen den Electroden mit den bekannten dunkeln Streifen, wahrnehmen kann. Ausserdem bildet sich an den beiden Schenkeln der Electroden eine violette Lichthülle. Wenn wir nun den Draht der einen Electrode entfernen, so dass sich zwischen diesem Drahte und der Electrode ein Funken bildet, dann zeigt sich, bei einer bestimmten Funkenlänge, eine lebhafte grüne Fluorescenz auf der, in der Nähe der Kathode befindlichen Glaswand, als Beweis davon, dass bei dieser Funkenlänge aus dem Electroden Kathodenstrahlen hervorbrechen. Zu gleicher Zeit verschwindet die um die Anode befindliche Lichthülle, die um den Ast der Kathode gebildete violette Hülle bleibt dagegen, ebenso wie das rosenfarbige Effluvium, zwischen den Electrodenplatten.

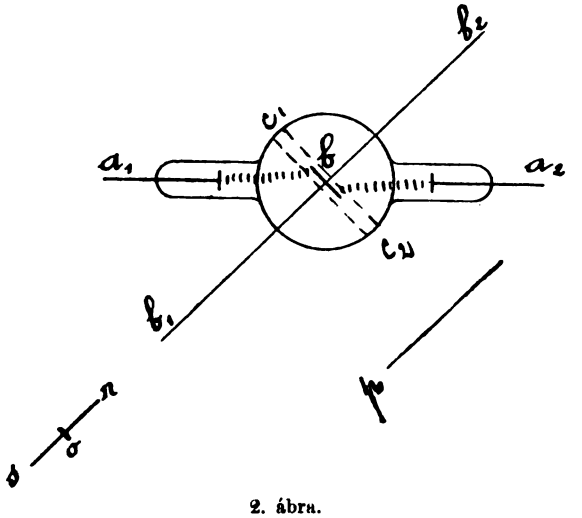
Dieses, infolge des Einschaltens eines Funkens der Crookes'schen und Geissler'schen Erscheinung gemeinsame Phänomen wirkt sehr überraschend und ist bis jetzt meines Wissens noch nicht beobachtet, oder wenigstens noch nicht veröffentlicht worden. Bis zu der Zeit, wo ich Gelegenheit haben werde mit anders geformten Röhren diesen Versuch zu wiederholen, habe ich die in meinem Besitze befindliche Röhre mir aufbewahrt. Ihre Einrichtung ist die folgende: sie besteht aus einer mittleren Glaskugel, mit welcher rechts und links ein cylinderförmiger Fortsatz correspondiert. In jedem Cylinder befindet sich eine concave Aluminiumelectrode a_1 und a_2 (Fig. 1. und 2.), in der Mitte der Kugel jedoch, in schiefer Richtung auf die Axe der Fortsätze stehend, ist eine

ebene Platinplatte b angebracht. Die letztere, welche ebenfalls mit einem Drahte in Verbindung steht, spielt die Rolle der Anti-



1. ábra.

kathode. Die Röhre ist folglich mit drei Electroden versehen und ihrer Form nach eine sogenannte Focus-Röhre, wie man diese



2. ábra.

zum Hervorbringen von Röntgenstrahlen schon allgemein gebraucht hat.

Ich habe meine Versuche auf verschiedene Weise variiert. In einem Falle wurde a_1 zur Kathode und a_2 zur Anode gemacht,

wogegen b mit der Ruhmkorff'schen Inductionsrolle nicht in Verbindung gebracht wurde. Ob ich nun den Funken in a_1 oder a_2 einschaltete, verdichteten sich bei einer gewissen Funkenlänge die Streifen des zwischen a_1 und a_2 auftretenden Effluviums immer mehr, dann wurden sie nach und nach verwaschen und ihre Stelle wurde von einem rosenrothen Nebel eingenommen, während gleichzeitig hinter a_2 die Anodenhülle verschwand, in der Nähe von a_1 aber an der Glaswand grüne fluorescierende Ringe auftraten, auf welche das Annähern des Electromagneten einen verstärkenden Einfluss ausübte; mit einem Worte, es zeigten sich Kathodenstrahlen. Mit der Vergrösserung der Funkenlänge begann die Intensität der grünen Farbe, nachdem sie ein Maximum überschritten hatte, schwächer zu werden, dann verschwanden die grünen Ringe vollständig, und wenn der Funke bei a_1 eingeschaltet war, wurde gleichzeitig mit ihrem Verschwinden die Anodenhülle a_2 wieder sichtbar, obwohl schwächer, als bei fortwährenden, d. h. bei funkenlosen äusserem Strom.

In einem anderen Falle machte ich aus b die Kathode und aus a_1 und a_2 die Anoden. In dem ersteren Falle begann die untere Halbkugel bei übereinstimmender Funkenlänge in lebhaft grüner Farbe zu fluorescieren und um b herum entstand von Beginn an eine Lichthülle, welche auch die Platinplatte umgab und in violetter Farbe erstrahlte, während zur selben Zeit die Lichthülle hinter a verschwand, und die zwischen a und b, welche anfänglich grob gestreift war, später nach Vergrösserung der Funkenlänge immer feinere Streifen zeigte und dann sich in ein rosenfarbiges Effluvium nebelartig umwandelte.

Diese Versuche zeigen vor allem, dass die Kathodenstrahlen bei in Geissler'schen Röhren vorhandenen, oder diesen nahestehenden, verhältnissmässig nicht eben geringen Luftdrucken hervorzubringen sind, sowie wir durch Einschalten von Funkenintervallen sehr schnell oscillierende Entladungen in dem hochgespannten Stromkreise der Röhre hervorbringen. Doch finde ich darinnen gleichzeitig eine Rechtfertigung meiner Behauptung, dass ein Zusammenhang zwischen dem Auftreten der Kathodenstrahlen und der Entladung der Anode vorhanden sei, welche letztere die Ursache des Verschwindens der Anoden-

Lichthülle ist. Das letztere ist also die mittelbare Folge des Umstandes, dass das Auftreten der Kathodenstrahlen die Vertheilung des Potentiales im Inneren der Röhre verändert.

2. Wenn wir das hier erwähnte mit dem Umstande zusammenhalten, dass die Röntgenstrahlen im Stande sind die neutralen Körper zu electrisieren, im Gegensatze damit jedoch electrisierte Körper zu entladen, so ist der Gedanke naheliegend, dass das Auftreten dieser Strahlen im äusseren electrostatischen Kräfteraume der Crookes'schen-Röhre Veränderungen, u. zw. dyssymmetrische, hervorbringen muss, ebenso, wie diejenigen der Kathodenstrahlen im Inneren der Röhre.

Um dies feststellen zu können, wandte ich mich zu der folgenden Versuchsmethode: eine Magnetnadel in Art eines Magnetometers aufgehängt, wurde in der Richtung des Meridianes eingestellt. Mit dieser auf demselben Tische, jedoch beweglich, war eine Crookes'sche Röhre aufgestellt, welche von einer etwas weiter, auf zwei Meter Entfernung aufgestellten, Ruhmkorff'schen-Inductionsrolle gespeist wurde. Parallel mit der Crookes'schen-Röhre war ein Funkenintervall derart angebracht, dass durch das Regulieren des letzteren, beziehungsweise durch Verringern des Intervalles, der Strom nicht durch die Crookes'sche Röhre, sondern durch das Intervall, in Gestalt von Funken durchgieng, somit die Röhre bezüglich ihrer Wirksamkeit ausgeschaltet werden konnte.

Sowie ich die Ruhmkorff'sche Inductionsrolle ohne der Crookes'schen Röhre in Action brachte, begann die Nadel, der Wirkung des durch den Funken geschlossenen Stromkreises entsprechend, unter einem gewissen a-Winkel aus ihrer Richtung abzuweichen. Wenn ich die Richtung des primären Stromes der Rolle änderte, dann drehte sich die Magnetnadel, indem sie ihre Ruhelage überschritten hatte, in entgegengesetzter Richtung ebenfalls unter einem a-Winkel. Sowohl in dem einen, wie im anderen Falle kehrte die Nadel nach einigen Schwingungen in ihre ursprüngliche Lage, die Meridianrichtung, zurück.

Sowie ich aber die Crookes'sche-Röhre in den Stromkreis eingeschaltet hatte, welcher so eingestellt war, dass die Ebene der die Röntgenstrahlen durchlassende Platinplatte senkrecht auf

die Ebene des Meridianes fiel, d. h. dass die Strahlen in diese Ebene sich bewegen, stellte sich sogleich eine Veränderung in dem Werthe der Schwingungen der Magnetnadel ein. So zwar, dass in dem Falle, in welchem die Schwingungen der Röntgenstrahlen in die Richtung der Nadel fielen, die Schwingung, welche a war, jetzt den Werth von $a+\vartheta$ annahm, also zunahm; wenn jedoch durch Veränderung des Stromes die Röntgenstrahlen nicht auf die Nadel fielen, sondern in entgegengesetzter Richtung b_2, dann war die Elongation, welche ohne die Röhre $-a$ gewesen wäre, jetzt von geringerem Werthe $-a+\varepsilon$. Die ϑ und ε Werthe habe ich nicht unbedingt gleich gefunden. So habe ich z. B. in einem Falle, nach welchem die Entfernung des Mittelpunktes der Röhre vom Mittelpunkte der Nadel 1 Meter war, $a=18°$ (die in diesem Falle benützte Rumkorff-Inductionsrolle war im Stande einen 15 Centimeter langen Funken zn geben), während $\vartheta=6°$ und $\varepsilon=4°$ war, so dass die Elongation in dem Falle, in welchem die Röntgenstrahlen auf die Nadel fielen, 24° ausmachte, als diese aber auf die der Nadel nicht zugekehrte Seite der Röhre, sondern auf die entgegengesetzte fielen, 14° waren.

Es ist unzweifelhaft dass die ϑ und ε Winkel rein das Resultat der electrostatischen Wirkung waren, so, dass in diesem Falle die benützte Magnetnadel eigentlich nur die Rolle des Electrometers spielt und die horizontale Componente als bequeme Directionskraft dient.

Indem ich die Entfernung der Röhre und der Nadel wechselte, konnte ich leicht feststellen, dass der Werth der Schwingungen — so wie dies im voraus zu erwarten war — im verkehrten Verhältniss mit dem Quadrat der Entfernung steht. Ferner war auch zu erwarten, dass auch die relative Lage diese Werthe beeinflusst. So habe ich, indem ich dieselben Röhren, von welchen oben die Rede war, auf solche Weise aufstellte, dass die Strahlen, wohl parallel mit der Ebene des Magnetmeridians, aber nicht in dieser selbst, sondern in einer gewissen Entfernung daneben verlaufen, dass sie die Nadel niemals erreichen, das Folgende bemerkt. Bei beiläufig einer halb so grossen Entfernung, wie vordem, war die Schwingung ohne Crookes'scher-Röhre kaum der vierte Teil des früheren. In der That war $a = 4°$ bei der einen

Stromrichtung und $-4°$ bei der anderen Richtung. Wenn nun die Crookes'sche Röhre auch in den Stromkreis einbezogen wurde, dann fand ich in dem einen Falle eine Elongation von $6°$, in dem anderen eine von $-6°$ d. i. in absolutem Werth in der einen, wie in der anderen Richtung gleiche Schwingungen. So wie ich indessen die Röhre so einstellte, dass die Strahlen auf die Nadel fallen, machte die Schwingung zwar wieder $6°$ aus, doch bei Änderung der Stromrichtung, oder vielmehr dann, wenn die Strahlen sich in der von der Nadel abgewandten Richtung bewegten, machten sie nur $3°$ aus. Folglich:

$$\vartheta = 6° - 4° = 2°$$
$$\varepsilon = 4° - 3° = 1°.$$

In Folge dessen ist die Dyssymmetrie des electrischen Kraftraumes nur in dem von den Röntgenstrahlen entlang bestrichenen Theil des Raumes vorhanden.

3. Während meiner Experimente habe ich an meinen Crookes'schen-Röhren eine eigenthümliche Erscheinung wahrgenommen, welche ich zum Schlusse hier noch erwähnen will. Die Röhre, welche ich benützte, war den in den Figuren 1 und 2 dargestellten ganz ähnlich und gab ausgiebige Röntgenstrahlen. a_1 ebenso wie a_2 machte ich zugleich zu Kathoden, b aber zur Anode, so dass in der letzteren die eine Seite die aus a_1, die andere die aus a_2 kommenden Strahlen auffieng. Diese Strahlen bewegten sich in der Richtung von b_1, beziehungsweise b_2, wurden theils als Kathodenstrahlen zurückgestrahlt und machten den Glaskugel grün fluorescieren — mit einem Magnet konnte man das Strahlenbündel zwischen b und der Glaskugel, d. h. das zurückgeworfene Strahlenbündel für sich aus seiner Bahn lenken, was natürlich auch die grün fluorescierenden Flecken deformierte, theils aber giengen sie in Gestalt von Röntgenstrahlen aus. Dazwischen will ich bemerken, dass diese beiden leuchtenden Stellen — ein rechtsseitiger und ein linksseitiger, die sogenannten Brennpunkte (focus), — aus welcher sowohl die zurückgeworfenen Kathodenstrahlen, als auch die Röntgenstrahlen zu entspringen scheinen, bei näherer Betrachtung zuerst abwechselnd roth und blau spielende Bläschen von Stecknadelkopf Grösse gleichen, aber sehr

bald in Rothglut übergehen. In beiden Fällen habe ich diese Stellen mit einem grossen Spectroscop untersucht und habe nur die den Platindämpfen entsprechenden Streifen gefunden. Wenn ich die anderen fluorescierenden Theile der Glaswände der Röhren mit dem Spectroscop betrachtete, sah ich keinerlei Streifen, sondern höchstens einen schwachen Nebel in dem grünen Felde des Spectrums. Folglich ist Platindampf bloss in diesen leuchtenden Punkten vorhanden.

Die Röntgenstrahlen, welche durch die Glaswände der Röhre gut durchdringen — wovon man sich mit Hilfe von in ihren Weg gebrachten, dünnen Glasstücken überzeugen kann, — habe ich auf einem mit Bariumplatincyanür überzogenen fluorescierenden Schirm p_1 aufgefangen. Den letzteren habe ich in senkrechter Richtung auf die Platinplatte aufgestellt.

Meine Beobachtungen waren die folgenden: Der Schnitt c_1c_2 der Glaskugel, welchen zwei mit der b Platte parallel laufende Ebenen bestimmen, bleibt vollkommen dunkel; während sämmtliche andere Theile der Kugel in grüner Farbe fluorescieren. Zweitens entsteht, dieser dunklen Zone entsprechend, auf dem p Schirm ein einige Millimeter breiter dunkler Streifen. Aus zwei Thatsachen kann man sicher folgern, dass in der Ebene der, als Anode dienenden Platinplatte b und in dem ihr parallel laufenden Zwischenraum weder Kathodenstrahlen, noch Röntgenstrahlen ausgestrahlt werden.

Drittens — und dies ist die Erscheinung, auf welche ich besonders hinweisen will — konnte ich bestimmen, dass so oft ich die Kathodenstrahlen, ob diejenigen aus a_1, oder aus a_2 kommenden, mit einem Magnet aus ihrer Bahn lenkte, sowohl in der Glaskugel, als auch auf dem Schirme das erwähnte dunkle Intervall, beziehungsweise dessen dunkles Schattenbild zwar aus seiner ursprünglichen Lage sich bewegte, jedoch diejenige Stelle, welche der letztere ursprünglich auf dem Schirm bedeckte, in viel intensiverer grüner Farbe zu fluorescieren begann, als die andere Theile des Schirmes.

Man kann sich leicht davon überzeugen, dass die stärkere Fluorescenz nicht die von dem Magneten hervorgebrachte Concentrierung zu Wege bringt, noch dass die Ursache davon in der

grösseren Empfindlichkeit gegen Röntgenstrahlen derjenigen Stelle des Bariumplatincyanüres, welche früher dunkel war, zu suchen sei. Als Erklärung bietet sich uns nur eine Ursache, u. zw. die, dass diejenige Stelle der Glaskugelwand, welche früher dunkel war, mehr Strahlen durchlässt, als die übrigen Theile derselben. Dass dies die thatsächliche Ursache ist, können wir, bei sorgfältiger Beobachtung, auch auf der Glaswand selbst wahrnehmen, welche die ursprünglich dunklen Schatten in grün fluorescierende Schatten umwandelt, sobald wir die Kathodenstrahlen mittels eines Magneten in die nöthige Richtung zwingen. Dies habe ich seither auch an anderen Röhren wahrgenommen. Bei der einen Röhre war z. B. die Platte b beweglich, so dass sie aus der sie verbindenden Axe hinausbewegt werden konnte. Wenn ich a_1 zur Kathode, a_2 zur Anode machte, liessen die, durch die letztere aufgefangenen Kathodenstrahlen dessen Schatten im hinteren Ende der Röhre dunkel erscheinen. Doch sowie ich die aus a_1 auf a_2 fallenden Strahlenbündel mittels eines Magnetes von a_2 ablenkte, erstrahlte der letzteren, früher dunkler, Schatten jetzt in grüner Farbe genau in denselben Umrissen, wie früher auf dem Glase. Dieser Schatten ist übrigens vollkommen unempfindlich gegen die Wirkung des Magnetes, indem er nicht aus seiner Stelle zu bewegen und auch betreffs seiner Gestalt keinerlei Veränderung unterworfen ist. Mit einem Worte, er hat einen rein localen Character, ob er aber in Folge der molekularen Structur des Glases, oder aber durch die Wirkung der in der Glasmasse eingeschlossenen Gase hervorgebracht wird, das ist derzeit schwer zu entscheiden.

Nachdem die von mir benützte Einrichtung, statt durch eine Ruhmkorff'sche Inductionsrolle, auch durch einen gewöhnlichen, hochgespannten Wechselstrom Röntgenstrahlen hervorbringen kann, habe ich die erwähnten Experimente auch mit diesen versucht u. zw. desshalb, weil in die in diesem Falle aus a_1 und a_2 ausgehenden Kathodenstrahlen nicht zu gleicher Zeit entstehen. Bei Wechselstrom ist zwar die Platte b (der Reflector) mit keinem Pole in Verbindung, hingegen wird a_1 mit dem einen, a_2 mit dem zweiten Pole der Stromquelle verbunden. In Folge des raschen Wechselns des Stromes wird a_1 für einen Augenblick zum

negativen Pol. Gleichzeitig fallen ihre Kathodenstrahlen nach der gegen b gerichteten Seite, und erregen dort Röntgenstrahlen, welche in der Richtung von b_1 in das Freie gelangen. Im nächsten Momente wird a_2 zum negativen Pol und dessen Kathodenstrahlen erregen auf der anderen Seite der Platte b Röntgenstrahlen, welche gegen b_2 in das Freie dringen. Das Auge ist nicht im Stande diesen schnellen Wechsel zu unterscheiden und so sieht es beide Seiten der Kugel in grün fluorescierender Farbe, mit Ausnahme des schwarzen Intervalles c_1c_2. Wenn wir nun das letztere, sowie das auf dem Schirme entstehende Schattenbild durch einen an die eine Kathode genäherten Magnet fortbewegen, so können wir die Erscheinung, dass sowohl auf der Glaskugel, als auch auf dem Schirm, stark abgegrenzte lichte Spuren zurückbleiben, ebenso deutlich wahrnehmen, als im Falle der Anwendung einer Ruhmkorff'schen Inductionsrolle.

Die vorerwähnte Erscheinung kann daher nicht von der überwiegenden Wirkung der einen Kathode ausgehen, sondern die Ursache davon liegt einzig in den Eigenschaften der Glaswand.

Bei näherer Prüfung erweist sich die Glaswand als der Sitz noch einer Erscheinung von anderer Art. Wenn wir ein Strahlenbündel einer genug starken Kathode nicht auf der Platinplatte, sondern direct auf der Glaswand auffangen, z. B. mit Hilfe eines Magnetes dahin lenken, dann entsteht auf der Glaswand bekanntlich ein stark wärmender, sehr leuchtender, gelblich-grüner Fleck. Auf diesem Fleck können wir, bei näherer Betrachtung, schwarze, geweihförmige Linien oder blumenartige Figuren wahrnehmen, welche bei manchen Röhren eine stark vibrierende, bei anderen eine sich ruhiger bewegende Haltung zeigen und gegen den Magneten empfindlich sind, und auch auf den dahingestellten (auf der Rückwand mit schwarzem Papier bedeckten) fluorescierenden Schirm eine eben solche dunkle Figur hervorbringen. Daraus sehen wir klar, dass in dem Endquerschnitte des Strahlenbündels Stellen sind, welche keine Fluorescenz durchlassen, weder in der Kugel, noch auf dem Schirm, d. h. dass dieselben weder Kathoden- noch Röntgenstrahlen entsprechendes zeigen.

Woraus bestehen diese schwarzen Flecken? Aus der gegenseitigen Wirkung der einzelnen Strahlen des Kathodenstrahlen-

bündels oder aber in folge einer gewissen Interferenz-Gattung? Oder aber sind sie das Ergebniss des Verhaltens der Glasoberfläche, oder auch dünner Gasablagerungen und electrostatischer Entladungen?

Auf diese Fragen bezüglich werden meine Versuche noch fortgesetzt, und über die dadurch zu erreichenden Resultate hoffe ich bei einer späteren Gelegenheit berichten zu können.

EINIGE SÄTZE ÜBER REGELSCHAREN.

Von Prof. L. KLUG in Klausenburg.

Aus «Mathematikai és Physikai Lapok» (Math. u. Physikalische Blätter) Band V, pp. 211—221.

1. *Sind die Geraden p, p_1 Polaren der Trägerfläche ρ einer Regelschar, so schneiden die involutorischen Ebenenbüschel der conjugierten Ebenen durch p und p_1, jeden Strahl der Regelschar in die nämliche involutorische Punktreihe. Diese Punktreihe ist hyperbolisch oder elliptisch, je nachdem die Polaren pp_1 die Fläche ρ in reellen oder imaginären Punkten schneiden.*

Es sei g ein beliebiger Strahl der Schar, x eine Transversale zu gpp_1, und x_1 die Polare von x.

Die Polarebenen der Punkte (gx), (px), (p_1x) sind $[gx_1]$, $[p_1x_1]$, $[px_1]$; also schneiden die conjugierten Ebenen $[px]$, $[px_1]$; $[p_1x]$, $[p_1x_1]$, die Gerade g in den nämlichen Punkten (gx), (gx_1), und damit ist der Satz bewiesen.

2. Da von den drei Paar Gegenkanten eines Polartetraeders, zwei die Trägerfläche einer Regelschar in reellen und ein Paar in imaginären Punkten treffen, so folgt nach (1): *Von den Schnittpunkten jedes Strahles einer Regelschar mit den Flächen eines Polartetraeders ihrer Trägerfläche ρ sind zwei Paare getrennt: diese liegen auf denjenigen Flächen des Polartetraeders, welche durch die, die ρ in imaginären Punkten schneidenden Kanten gehen.*

3. *Vier Kanten eines Polartetraeders der Trägerfläche ρ einer Regelschar treffen ρ in acht Punkten, welche paarweise auf vier harmonischen Strahlen der Schar liegen.*

Es schneidet nämlich eine beliebige Fläche des Polartetra-

eders die Fläche ρ in einem Kegelschnitte $k^{(2)}$, und zwei Kanten in dieser Fläche treffen $k^{(2)}$ in vier harmonischen Punkten, durch welche vier harmonische Strahlen der Schar gehen. Diese Strahlen werden aber auch von den Gegenkanten der zwei ersten, also von ihren Polaren, getroffen.

4. *Diejenigen drei Strahlen einer Regelschar, welche die Gegenkanten eines Polartetraeders ihrer Trägerfläche ρ von einem Strahle g_1 der Schar harmonisch trennen, treffen die Flächen des Polartetraeders in je vier Punkten, die projectiv sind mit den vier Punkten, in welchen g_1 die Flächen des Polartetraeders trifft.*

Die Trägerfläche ρ schneidet eine Fläche $a_4 = A_1A_2A_3$ des Polartetraeders $A = A_1A_2A_3A_4 = a_1a_2a_3a_4$, in dem Kegelschnitt $k^{(2)}$, und g_1 trifft $k^{(2)}$ im Punkte K_1. Sind nun die Punkte $L_1M_1N_1$ von K_1 durch die Eckpunkte und Gegenseiten A_1, A_2A_3; A_2, A_3A_1; A_3, A_1A_2 des Polardreieckes $A_1A_2A_3$ harmonisch getrennt, so gehen durch die Punkte $L_1M_1N_1$ die im Satze erwähnten Strahlen der Schar. (Wir bezeichnen auch diese Strahlen mit g_1, und die durch $K_1L_1M_1N_1$ gehenden Strahlen ihrer Leitschar mit h_1).

Da nämlich der durch K_1 gehende Strahl g_1, die durch die Punkte $K_1L_1M_1N_1$ gehenden Strahlen h_1 in den Flächen a_4, a_1, a_2, a_3 des Polartetraeders trifft,* so ist der Wurf $g_1(a_4a_1a_2a_3)$ dieser vier Treffpunkte projectiv mit dem Wurf der vier Strahlen h_1 auf ρ, projectiv mit $(K_1L_1M_1N_1)$ auf $k^{(2)}$. Aber jede der vier Strahlen g_1 trifft die vier Strahlen h_1 auf den Flächen des Polartetraeders A, also ist der Wurf der Treffpunkte der acht Strahlen g_1, h_1 projectiv mit dem Wurf $(K_1L_1M_1N_1)$.

Für die durch die Punkte $K_1L_1M_1N_1$ gehenden Strahlen g_1 (so wie auch h_1) sind bezw. die Treffpunkte

$$g_1(a_4a_1a_2a_3) \barwedge g_1(a_1a_4a_3a_2) \barwedge g_1(a_2a_3a_4a_1) \barwedge g_1(a_3a_2a_1a_4).$$

Schneiden die Gegenkanten $A_1A_3 = a_2a_4$, $A_2A_4 = a_1a_3$ die Fläche ρ in keinen reellen Punkten, so sind auf $k^{(2)}$ die Punkte K_1M_1, von L_1N_1 getrennt, als auch die Treffpunkte der vier Strahlen g_1 (und h_1) mit den Flächen a_2a_4, a_1a_3 des Polartetraeders A.

---

* Reye, Geometrie der Lage, II. Bd., p. 273.

Die durch den Punkt A_2 gehenden Geraden L_1N_1, K_1M_1 treffen die Geraden A_1A_3 in den Punkten P_1Q_1, welche A_1A_3 harmonisch trennen, und da ihre auf A_1A_3 liegende Pole P_2Q_2 zu P_1Q_1 conjugiert wird, so wird

$$A_2\,A_1P_1A_3Q_1 \barwedge A_3P_2A_1Q_2 \barwedge (A_1P_2A_3Q_2).$$

Die Geraden A_2P_2, A_2Q_2 treffen daher den Kegelschnitt $k^{(2)}$ in den Eckpunkten K_2M_2, L_2N_2 eines Viereckes $K_2L_2M_2N_2$, dessen Gegenseiten durch die Punkte $A_1A_2A_3$ gehen.

Nun ist wegen den obigen projectiven Würfen

$$(A_1P_2A_3P_1) \barwedge (A_1Q_2A_3Q_1)$$

also auch

$$L_1(A_1P_2A_3P_1) \barwedge L_2(A_1Q_2A_3Q_1),$$

daher

$$(K_1L_1M_1N_1) \barwedge L_1(A_1P_2A_3P_1) \barwedge L_2(A_1Q_2A_3Q_1) \barwedge (K_2N_2M_2L_2).$$

Daraus folgt aber, dass auch die durch die Eckpunkte des Viereckes $K_2N_2M_2L_2$ gehenden g_2h_2 Strahlen der Regelschar und ihrer Leitschar die Flächen des Polartetraeders A in vier Punkten treffen, welche mit der auf den Strahlen g_1h_1 liegenden Treffpunkten projectiv sind. U. z. sind für die durch die Endpunkte $K_2L_2M_2N_2$ gehenden Strahlen g_2 (so wie auch h_2) die Treffpunkte

$$g_2(a_4a_3a_2a_1) \barwedge g_2(a_1a_2a_3a_4) \barwedge$$
$$\barwedge g_2(a_2a_1a_4a_3) \barwedge g_2(a_3a_4a_1a_2) \barwedge (K_1L_1M_1N_1).$$

5. Wir wollen nun *in einer Regelschar diejenigen Strahle construieren, deren Treffpunkte mit den vier Flächen a_i eine gegebenen Polartetraeders $A = A_1A_2A_3A_4$ ihrer Trägerfläch einem gegebenen Wurfe $(ABCD)$ projectiv sind.* Dabei haben w zu berücksichtigen, dass, wenn die Gegenkanten $a_1a_3 = A_2A$ $a_2a_4 = A_1A_3$ die Trägerfläche ρ in keinen reellen Punkten treffe das 1. und 3. Element AC vom 2ten und 4ten BD getrennt se muss, wenn $g_i(a_1a_2a_3a_4) \barwedge (ABCD)$ oder $g_i(a_1a_4a_3a_2) \barwedge (ABCD$ sein soll.

Nach Obigem läuft die Aufgabe auf dasselbe hinaus, «den jenigen Kegelschnitt $k^{(2)}$, in welchem die Fläche $a_4 = A_1A_2A_3$ d

Polartetraeders A die Fläche ρ schneidet, die Vierecke $K_1L_1M_1N_1$, $K_2L_2M_2N_2$ einbeschreiben, deren Diagonaldreieck $A_1A_2A_3$ ist und deren Eckpunkte auf $k^{(2)}$ ein dem gegebenen Wurfe projectiven Wurf bilden.«

Oder: Auf der Kante A_1A_3 des Polartetraeders A, welche ρ in keinen reellen Punkten schneidet, solche conjugierte Punkte P_1P_2, Q_1Q_2 bestimmen, dass diese mit A_1A_3 zusammen, mit dem gegeben Wurf $(ABCD)$ projective Würfe $(A_1P_2A_3P_1)$, $(A_1Q_2A_3Q_1)$ bilden.

Diese Aufgabe wird aber mit Hilfe des Kegelschnittes $k^{(2)}$ nach v. STAUDT * wie folgt gelöst:

Man projiciert die Punkte A_1A_3 aus einem beliebigen Punkte O des Kegelschnittes $k^{(2)}$ auf diesen nach $A_1'A_3'$; bestimmt auf der durch A_2 gehenden Geraden $A_1'A_3'$ den Punkt A_2' derart, dass

$$(A_1'A_2'A_3'A_2') \barwedge (ABCD).$$

Die Polare des Punktes A_2' trifft $k^{(2)}$ in den Punkten $P_1'Q_1'$; die Geraden $P_1'A_2$, $Q_1'A_2$ treffen $k^{(2)}$ nochmals in den Punkten $P_2'Q_2'$; die Projectionen der Punkte $P_1'Q_1'P_2'Q_2'$ aus O auf die Gerade A_1A_3 sind $P_1Q_1P_2Q_2$. Schneidet man schliesslich den Kegelschnitt $k^{(2)}$ mit den Geraden A_2P_1, A_2Q_1, A_2P_2, A_2Q_2 in den Punkten L_1N_1, K_1M_1, K_2M_2, L_2N_2, so sind die Würfe der Treffpnnkte der durch die Punkte $L_1N_1K_1M_1$ und $K_2M_2L_2N_2$ gehenden Strahlen g_1h_1, bezw. g_2h_2 der beiden Scharen mit den Flächen des Polartetraeders A, dem gegebenen Wurfe $(ABCD)$ projectiv.

Es ist nämlich

$$(ABCD) \barwedge (A_1'A_2'A_3'A_2') \barwedge (A_1'P_2'A_3'P_1') \barwedge (A_1P_2A_3P_1) \barwedge (K_1L_1M_1N_1) \barwedge g_1\,(a_1a_4a_3a_2)$$

und

$$(ABCD) \barwedge (A_1'A_2'A_3'A_2') \barwedge (A_1'Q_2'A_3'Q_1') \barwedge (A_1Q_2A_3Q_1) \barwedge (K_2N_2M_2L_2) \barwedge g_2\,(a_1a_2a_3a_4),$$

also werden die vier Strahlen g_1 (so wie auch h_1) die vier Flächen $a_1a_2a_3$, $a_4a_1a_2a_3$, $a_2a_3a_4a_1$, $a_3a_2a_1a_4$ und die vier Strahlen g_2 (so wie auch h_2) die vier Flächen $a_1a_2a_3a_4$, $a_4a_3a_2a_1$, $a_2a_1a_4a_3$.

* Beiträge z. Geom. d. Lage; I. p. 52.

$a_3a_4a_1a_2$ des Polartetraeders A in vier Punkten schneiden, welche mit $(ABCD)$ projective Würfe bilden.

6. Ist der Wurf $(ABCD)$ harmonisch, so fallen die Punkte P_1Q_2, und P_2Q_1 in die conjugierten Punkte P_0Q_0, welche A_1A_3 harmonisch trennen; die zwei Vierecke $K_1L_1M_1N_1$, $K_2L_2M_2N_2$ übergehen in ein Viereck $K_0L_0M_0N_0$, deren Eckpunkte auf $k^{(2)}$ harmonisch sind und die vier Strahlen g_1g_2; h_1h_2 coincidieren mit den vier harmonischen Strahlen g_0h_0 durch die Eckpunkte jenes Viereckes, d. h. durch die Treffpunkte der Kanten des Polartetraeders $A_2P_0Q_0A_4$ mit ρ. Trennen die conjugierten Punkte R_0S_0 die Punkte A_2A_4 harmonisch, so gehen jene vier Strahlen g_0h_0 zugleich durch die Treffpunkte der Kanten des Polartetraeders $A_1R_0S_0A_3$ mit ρ.

Da aber die Kanten der Polartetraeder $A_2P_0Q_0A_4$, $A_1R_0S_0A_3$, zugleich die Schnittlinien der Flächen der Polartetraeder $A_1A_2A_3A_4$, $P_0Q_0R_0S_0$ sind, und umgekehrt, so schneiden die vier Strahlen g_0h_0, welche durch die Treffpunkte der Kanten der zwei ersten Polartetraeder und ρ gehen, auch die Flächen des Polartetraeders $P_0Q_0R_0S_0$ in denselben vier harmonischen Punkten; und die vier Strahlen g, h der beiden Scharen von ρ, welche durch die Treffpunkte der Kanten der zwei letzteren Polartetraeder und ρ gehen, schneiden die Flächen der zwei ersten Polartetraeder in harmonischen Punkten.

Also:

Sind in Bezug auf die Trägerfläche ρ einer Regelschar die conjugierten Punktepaare A_1A_3, P_0Q_0 einer Geraden, und die conjugierten Punktepaare A_2A_4, R_0S_0 auf ihrer Polaren harmonisch getrennt, so schneiden die vier harmonischen Strahlen g_0, h_0 der beiden Scharen von ρ, die Kanten der Polartetraeder $A_1A_3R_0S_0$, $A_2A_4P_0Q_0$, und die Flächen der Polartetraeder $A_1A_2A_3A_4$, $P_0Q_0R_0S_0$ in denselben 16 Punkten, die zu vieren auf jenen Strahlen harmonisch liegen.

7. *Vier harmonische Strahlen der beiden Regelscharen einer Regelfläche ρ bestimmen zwei Polartetraeder derselben, dessen Kanten ρ in den 16 Schnittpunkten der harmonischen Strahlen treffen; ferner zwei Polartetraeder, dessen Flächen von den harmonischen Strahlen in ihren 16 Schnittpunkten getroffen werden.*

Wir bezeichnen die 16 Schnittpunkte der harmonischen Strahlen von ρ mit

$$\begin{array}{cccc} B_1 & E_{34} & B_2 & E_{12} \\ E_{14} & C_2 & F_{23} & C_3 \\ B_4 & F_{12} & B_3 & F_{34} \\ E_{23} & C_1 & F_{14} & C_4, \end{array}$$

wobei die in den Zeilen und Reihen befindlichen Punkte auf je einer Erzeugenden der einen und der anderen Schar liegen, und der erste und dritte Punkt vom zweiten und vierten harmonisch getrennt ist.

Die Geradenpaare

$$\begin{array}{cccc} B_1B_3, & B_2B_4, & C_1C_3, & C_2C_4 \\ E_{12}F_{12}, & E_{34}F_{34}, & E_{14}F_{14}, & E_{23}F_{23} \end{array}$$

sind Polaren von ρ, und es schneiden sich die in den Zeilen befindlichen in vier Punkten. Denn es schneidet z. B. die Ebene $B_1C_1B_3$ die Fläche ρ in einem Kegelschnitt, auf welchem der Punkt C_3, die Punkte B_1B_3 von C_1 harmonisch trennt.

Die Schnittpunkte dieser Polarenpaare, nämlich

$$\begin{array}{ll} E_{24}=(B_1B_3,\ C_1C_3), & E_{13}=(B_1B_3,\ C_2C_4), \\ F_{13}=(B_2B_4,\ C_1C_3), & F_{24}=(B_2B_4,\ C_2C_4) \\ A_1=(E_{12}F_{12},\ E_{14}F_{14}), & A_2=(E_{12}F_{12},\ E_{23}F_{23}), \\ A_3=(E_{34}F_{34},\ E_{23}F_{34}), & A_4=(E_{34}F_{34},\ F_{14}F_{14}) \end{array}$$

sind die Eckpunkte derjenigen Polartetraeder $E_{24}E_{13}F_{13}F_{24}$, $A_1A_2A_3A_4$, dessen Kanten ρ in den Schnittpunkten der angenommenen harmonischen Strahlen treffen, und welche Schnittpunkte zugleich auf den Flächen der Polartetraeder $A_1A_3E_{24}F_{24}$, $A_2A_4E_{13}F_{13}$ liegen.

Jede Gerade, welche einen der Punkte $B_1B_2B_3B_4$ mit einem der Punkte $C_1C_2C_3C_4$ verbindet, geht durch einen Eckpunkt des Polartetraeders $A_1A_2A_3A_4$, und jede Gerade, welche einen der Punkte $E_{12}E_{34}F_{12}F_{34}$ mit einem der Punkte $E_{14}E_{23}F_{14}F_{23}$ verbindet, geht durch einen Eckpunkt des Polartetraeders $E_{13}E_{24}F_{13}F_{24}$.

Es schneiden sich nämlich wegen den harmonisch liegenden Schnittpunkten auf je zwei der angenommenen Strahlen ver-

schiedener Scharen, zwei Paare der Geraden B_1C_1, B_2C_2, B_3C_3, B_4C_4 auf der Geraden $E_{12}F_{12}$ und zwei Paare auf $E_{14}F_{14}$, und da jene vier Geraden in keiner Ebene liegen, so gehen sie alle durch den Schnittpunkt A_1 von $E_{12}F_{12}$, $E_{14}F_{14}$.

Ebenso beweist man, dass die Geraden B_iC_i, B_iC_1, B_jC_k, B_kC_j durch den Punkt A_i; die Geraden $E_{ik}F_{il}$, $E_{il}F_{ik}$, $E_{jk}F_{jl}$, $E_{jl}E_{jk}$ durch den Punkt E_{kl}, und die Geraden $E_{ik}E_{il}$, $E_{jk}E_{jl}$, $F_{ik}E_{il}$, $F_{jk}F_{jl}$ durch den Punkt F_{kl} gehen.

Wir sehen ferner, dass sich die Gegenseiten des Viereckes $B_1B_2C_3C_4$ in den Punkten $E_{13}A_2A_4$ schneiden, dass also die Punkte B_1B_3, C_2C_4 von dem Punkt E_{13} und der Geraden A_2A_4 harmonisch getrennt sind. Nachdem aber wegen des Polartetraeders $E_{14}E_{24}E_{13}F_{24}$ die Punkte B_1B_3 auch von $E_{13}E_{24}$, die Punkte C_2C_4 von $E_{13}F_{24}$ harmonisch getrennt sind, so liegen die Punkte $E_{24}F_{24}$ auf der Geraden A_2A_4 und trennen diese Punkte harmonisch.

Ebenso kann man schliessen, dass die Punkte $E_{13}F_{13}$ die Punkte A_1A_3 harmonisch trennen.

Die sechs Punktepaare $E_{ij}F_{ij}$ liegen daher auf den sechs Kanten des Polartetraeders $A_1A_2A_3A_4$ und trennen die Eckpunkte desselben harmonisch, so wie die zwölf Punkte $A_1A_2A_3A_4B_1 \ldots C_4$ paarweise auf den Kanten des Polartetraeders $E_{13}E_{24}F_{13}F_{24}$ liegen und die Eckpunkte harmonisch trennen.

8. Es lässt sich nun zeigen, dass je zwei der Tetraeder

$$A=A_1A_2A_3A_4, \quad B=B_1B_2B_3B_4, \quad C=C_1C_2C_3C_4$$

und je zwei der Tetraeder

$$T_2=E_{12}F_{12}F_{34}F_{34}, \quad T_3=E_{13}F_{13}E_{24}F_{24}, \quad T_4=E_{14}F_{14}F_{23}F_{23}$$

zu einander auf viererlei Art involutorisch-perspectiv liegen; die Involutions-Mittelpunkte und Ebenen sind die Eckpunkte und Gegenflächen des dritten Tetraeders.

Verbindet man nämlich einen beliebigen Eckpunkt eines der Tetraeder ABC — den wir für den Augenblick mit O bezeichnen wollen — mit den vier Eckpunkten eines anderen, so laufen diese Verbindungsgeraden durch die Eckpunkte des Dritten; also sind die zwei letzteren in Bezug auf den Eckpunkt O des ersteren Tetraeders perspectiv. Ferner trifft eine beliebige Kante des zweiten

Tetraeders, die ihnen homologe Kante des Dritten in einem der Punkte E_{ij} oder F_{ij}, welcher in einer Kante des dem Eckpunkt O gegenüberliegenden Fläche des ersten Tetraeders liegt, und es gehen die zwei Verbindungsgeraden der nicht homologen Eckpunkte dieser Kanten durch einen Eckpunkt dieser Fläche. Damit ist die Behauptung für die Tetraeder ABC bewiesen, und dasselbe gilt auch für $T_2T_3T_4$.

Zwei Tetraeder, welche, wie hier ABC, oder $T_2T_3T_4$, die gegenseitige Lage haben, dass je zwei von ihnen in Bezug auf die Eckpunkte und Gegenflächen des Dritten, als Collineationsmittelpunkt und Ebene perspectiv liegen, werden nach STEPHANOS * ein *System desmischer Tetraeder* genannt. Zwei Systeme desmischer Tetraeder, bei welchem die Eckpunkte der Tetraeder des einen Systems, die Schnittpunkte der Kanten des andern Systemes sind, und umgekehrt, — wie die Tetraeder ABC und $T_2T_3T_4$ der obigen Figur — nennt STEPHANOS *conjugierte* Systeme.

Die Resultate der Untersuchung können wir daher wie folgt aussprechen:

Nimmt man auf einer Regelfläche ρ mit zwei Regelscharen vier harmonische Strahlen der beiden Scharen an, so sind die vier Schnittpunkte von zwei harmonisch zugeordneten Strahlen so wie die Schnittpunkte der übrigen harmonisch zugeordneten Strahlen der beiden Scharen die Eckpunkte von zwei Tetraedern, die mit demjenigen Polartetraeder ein System desmischer Tetraeder bilden, dessen Kanten ρ in den übrigen acht Schnittpunkten der angenommenen Strahlen treffen. Diese acht Schnittpunkte, in welchen sich ebenfalls zweimal zwei Paar harmonisch zugeordnete Strahlen scheiden, sind die Eckpunkte von zwei neuen Tetraedern, die mit demjenigen Polartetraeder ein zweites — dem ersten conjugiertes System — desmischer Tetraeder bilden, dessen Kanten ρ in den früheren acht Schnittpunkten der angenommenen Strahlen treffen.

* «Sur les systèmes desmiques de trois tétraèdres». Bulletin des Sciences Mathématiques 1879.

SITZUNGSBERICHTE.*

I. In den **Sitzungen der III. (mathematisch-naturwissenschaftlichen) Classe der Ungarischen Akademie der Wissenschaften** lasen die nachbenannten Autoren die folgenden Arbeiten (anschliessend an pp. 319—333 des XIV. Bandes dieser Berichte):

Sitzung den 18. Januar 1897.

1. *Carl Than* o. M. legt den zweiten Band seines **«Die Grundzüge der Experimental-Chemie»** betitelten Werkes vor.**

2. *Stephan Bugarszky:* **«Beiträge zur Veränderung der freien Energie bei chemischen Reactionen».** Vorgelegt durch das o. M. Carl Than. Während der *gesammte* Energie-Vorrath der chemischen Systeme schon zahlreichen Untersuchungen unterworfen worden ist, befasste sich noch niemand mit der systematisch experimentalen Untersuchung der *freien* Energie bei chemischen Reactionen.

Um die Veränderung der freien Energie in einem chemischen Systeme bestimmen zu können, müssen wir die chemische Reaction, von welcher die Rede ist, auf isothermen und auf reversibeln Wege vor sich gehen lassen; die auf solchem Wege erhaltene Maximalarbeit ist dem Sinken der freien Energie des Systems gleich. Hiezu ist es am einfachsten, wenn wir die chemische Veränderung in einem reversibeln galvani-

* In dieser Abtheilung geben wir eine kurze Uebersicht der in den Sitzungen der III. Classe der Ungarischen Akademie der Wissenschaften und der Kön. Ungarischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft gelesenen Arbeiten, bezw. Vorträge und Vorlesungen. Der grössere Theil derselben ist entweder dem ganzen Umfange nach oder in längerem Auszuge in der ersten Abtheilung dieses Bandes enthalten; dieser Umstand ist auch bei den betreffenden, hier der Vollständigkeit wegen angeführten Titeln angedeutet. Der andere Theil dieser Arbeiten, bezw. Vorträge, von welchen wir hier nur die kurzen Auszüge oder auch nur die Titel angeführt haben, besteht aus solchen, die theils weil sie unfertig und daher noch nicht publicierbar sind, theils weil sie mindere Bedeutung haben oder auch nur zur Verbreitung der Wissenschaft dienen sollen, theils aber auch aus solchen, die wegen Raummangels unter die selbstständigen Arbeiten nicht aufgenommen wurden.

** Siehe Buchbesprechung. Math. naturw. Berichte XIV. Bd, p. 419.

schen Element zur Entwicklung eines Stromes benützen. In diesem Falle ist nämlich die durch das galvanische Element erhaltene elektrische Energie der freien Energie, und somit auch der chemischen Affinität des gegebenen chemischen Systems gleich. Die durch den Vortragenden studierten Reactionen sind alle solche, bei denen unlösbare Mercuroverbindungen sich entwickeln, da diese zum Studium der freien Energie aus mehreren Gründen am zweckmässigsten sind. Die Beschaffenheit der gemessenen Elemente hatte wesentlich das folgende Schema:

Hg | HgX (fest) 0·01 u. KX gelöst. | 0·01 u. KY gelöst HgY (fest). | Hg.

Es war jedoch zweckmässiger, von diesem Schema ein wenig abzuweichen.

Die durch das Studium der Reactionen gewonnenen Daten ergaben, dass in den meisten Fällen die freie Energie geringer ist, als die gesammte, indem nur 90—40 Procent der gesammten Energie in Form der freien Energie erscheint.

3. *Ludwig Steiner:* **«Die endgiltige Bahnberechnung des 1892-er zweiten Cometen».** Vorgelegt durch das Ehrenmitglied Nikolaus v. Konkoly-Thege.

4. *Edmund Ernyei:* **«Ueber das Tellurhydrogen».** Vorgelegt durch das o. M. Béla v. Lengyel. Das bei den Untersuchungen benützte Tellur wurde aus Siebenbürger rohem Tellur gewonnen, das beiläufig 10% Tellur und ausserdem Antimon, Nickel, Blei, Eisen, Kupfer und Aluminium enthielt. Das Ausscheiden des Tellurs gelang am besten mittels Schwefeldioxyd aus der Salzsäure hältigen Tellurlösung. Das Tellurhydrogen entwickelt sich aus dem Natriumtellurid mit Salzsäure und ist ein dem Schwefelhydrogen ähnlich riechendes Gas. Berthelot, Fabre und Bineau stellten es aus Zinktellurid und Magnesiumtellurid dar, doch gewannen sie es immer nur mit Hydrogen gemischt. Um das Tellurhydrogen im reinen Zustande zu erhalten, versuchte der Verfasser der vorliegenden Abhandlung es durch das Gemisch von fester Kohlensäure und Aether abgekühlt zu verdichten, doch war das Resultat nicht befriedigend, da nebenbei viel Hydrogen sich entwickelte. Das Ausscheiden aus Kaliumtellurid mittels verdünnter Schwefelsäure gelang auch nicht. Als er endlich das Tellur als negativen Pol in verdünnter Schwefelsäure elektrolysierte, vereinigte es sich mit dem Hydrogen gleich beim Ausscheiden, und obgleich ein Theil gleich im Elekrolyte sich zersetzte, so war der Tellurhydrogengehalt doch ein grösserer, als bei dem Darstellen aus Magnesiumtellurid. Aus diesem Gemisch versuchte nun der Verfasser das Tellurhydrogen in grösserer Menge verdichtet und rein zu gewinnen. Das gelang ihm auch durch Elektrolyse mittels eines Stromes von 220 Volt und 6 Ampères. Der Hydrogengehalt betrug blos 5—6 %. In festem Zustande ist es citronengelb, bei —54° schmilzt es zu einer grünlich-gelben, leicht beweglichen, lichtbrechenden Flüssigkeit.

5. *Emerich Szarvassy:* «**Die Wirkung des Methylalkohols auf das Magnesiumnitrid**». Vorgelegt durch das c. M. Ludwig v. Ilosvay. Der Methylalkohol ähnelt seiner Structur und seinem chemischen Verhalten nach dem Wasser. Das Magnesiumnitrid zeigt auch gegenüber dieser Verbindung ein ähnliches Reactions-Vermögen, wie dem Wasser gegenüber. Da die Reaction des Magnesiumnitrids auf Wasser die Gleichung

$$Mg_3N_2+6H_2O=3Mg(OH)_2+2NH_3$$

ausdrückt, könnten wir erwarten, dass die Reaction derselben Verbindung auf Methylalkohol durch die Gleichung

$$Mg_3N_2+6CH_3OH=3Mg(OH)_2+2N(CH_3)_3$$

characterisiert sei. Doch zeigten die Versuche, dass wir solch eine Analogie nicht anwenden können, da die Reaction nicht nach dieser Gleichung, sondern nach der Gleichung

$$Mg_3N_2+6CHOH=3Mg\begin{matrix}-OH\\-OCH_3\end{matrix}+NH_3+N(CH_3)_3$$

vor sich geht. Zwar entspricht diese Gleichung nicht ganz der Wirklichkeit, da sich immer mehr Ammoniak entwickelt, als es dem Verhältnisse entspricht und ausserdem in dem zurückgebliebenen Product Kohlenstoff und Hydrogen mehr, das MgO weniger ist, als es berechnet wurde.

Sitzung den 15. Februar 1897.

1. *Julius König* o. M. referiert über die neue Ausgabe von **Wolfgang v. Bólyai's «Tentamen»**.

2. *Isidor Fröhlich* o. M. legt den zweiten Band seiner «**Theoretischen Physik**» vor, welcher den ersten Theil der Dynamik enthält.

3. *Andreas Högyes* o. M.: «**Ueber die neueren praktischen Erfolge der Schutzimpfungen gegen Wuthkrankheit**».

4. *Desiré Korda:* «**Neue Versuche mit elektrischen luftleeren Röhren**». Vorgelegt durch das o. M. Alois Schuller. Der Verfasser der vorliegenden Abhandlung hat schon in einer früheren Arbeit * darauf aufmerksam gemacht, dass die Lichthülle der Anode der Geissler'schen Röhren bei einer gewissen Länge des in den Stromkreis eingeschalteten Funkens verschwindet, und wenn der Funken noch mehr verlängert wird, wieder zum Vorschein kommt. Diese Erscheinung erklärte der Verfasser als die Folge der aus der Kathode herrührenden Strömungen und seine weiteren Versuche brachten ihn in die Lage, diese Voraussetzung mittels einer Geissler'schen Röhre zu rechtfertigen. Diese Versuche ergaben auch, dass Kathodstrahlen auch bei dem in den Geissler'schen Röhren herrschen-

* S. Band XIV. p. 192.

den, oder wenigstens dem diesem nahestehenden, verhältnissmässig nicht geringen Luftdrucke hervorgebracht werden können, sobald man durch das Einschalten des Funkenintervalls in dem Stromkreis von hoher Spannung der Röhre eine sehr rasch oscillierende Entladung zu Stande bringt. Mit diesen Versuchen ist ferner auch das erwiesen, dass zwischen dem Auftreten der Kathodstrahlen und der Entladung der Anode ein Zusammenhang ist, da die Entladung der Anode das Verschwinden ihrer Lichthülle verursacht. Das Auftreten der Röntgenstrahlen hat zur Folge, dass in dem äusseren Kraftraume der Crookes'schen Röhren eine Dissymmetrie entsteht.

Sitzung den 15. März 1897.

1. *Joseph Kürschák* c. M. (Antrittsvortrag): «**Ueber eine Classe der partialen Differentialgleichungen zweiter Ordnung**».*

2. *Edmund Bogdánffy* als Gast: «**Ombrometrische Studien auf dem Gebiete der ungarischen Krone**».** Die hydrographische Abtheilung des ungarischen Landes-Wasserbau- und Bodenverbesserungs-Amtes hat im Auftrage des Ackerbau-Ministeriums in den Jahren 1882—1891 den Gang des Niederschlages in Ungarn zum Gegenstand eines eingehenden Studiums gemacht. Zwar kann von einer gänzlich befriedigenden Beurtheilung der Wasserbewegung in Ungarn nicht die Rede sein, da die Zahl der niederschlagmessenden Stationen zu gering ist. Die Zahl der benützbaren Daten vom Jahre 1891 war 163. Auf Grund dieser Untersuchungen theilt Vortragender das Gebiet der ungarischen Krone in 5 Zonen. Die erste Zone, welche sich auf das ungarische Küstenland erstreckt, ist diejenige der maximalen Herbst- und minimalen Sommerregen. Die zweite ist die Zone der absolut maximalen Herbst-, relativ maximalen Sommer- und minimalen Winterregen und erstreckt sich auf den westlichen Theil Croatien-Slavoniens und des transdanubischen Gebietes. Als dritte bezeichnet er die Zone der absolut maximalen Sommer-, relativ maximalen Herbst- und minimalen Winterregen. Diese Zone umfasst mit Ausnahme der westlichen Theile des transdanubischen Gebietes, der Umgebung der Tátra und Siebenbürgens das ganze ungarische Reich und bildet den Uebergang von der zweiten Zone zur vierten. Letztere, welche man als die Zone der maximalen Sommer- und minimalen Winterregen bezeichnen kann, erstreckt sich auf das Tátragebiet und Siebenbürgen. Zu diesen vier grösseren Zonen können wir eine fünfte hinzufügen, wo das Maximum in den Monat April, das Minimum aber in den Februar fällt. Zu dieser Zone gehört nur die Umgebung von Orsova und Herkulesbad.

3. *Carl Messinger:* «**Natriumthyoselenid**».*** Vorgelegt durch das

---

* Siehe Math. und Naturwiss. Berichte XIV. Band, pag. 285.
** Siehe ebendort Band XV, pag. 132.
*** Siehe dort Bd. XV, pag. 161.

c. M. Ludwig v. Ilosvay. Wenn man in Natriumsulfhydrat reines Selen kocht, zersetzt sich das Selen unter Entwicklung von H_2S. Da die auf diese Weise entstandene Verbindung sich sehr leicht zersetzt, muss man während des Versuches durch den Apparat einen Hydrogenstrom leiten. Aus der mit Alkohol vermischten Lösung scheiden sich kleine, sechseckige schwarze Schuppen aus, deren Zusammensetzung die folgende ist: $Na_2Se_2S+5H_2O$. Mit dem Natriumthyoselenid sind analog das Kaliumtriselenid ($K_2Se_3+2H_2O$), das Natriumtrisulfid ($Na_2S_3+3H_2O$) und die Hydroschwefeligesäure (H_2SO_2).

4. *Carl Messinger:* **«Selenoarsenate».*** Vorgelegt durch das c. M. Ludwig v. Ilosvay. Die zur Darstellung dieser Verbindungen benützten Stoffe waren: Arsenpentaselenid, Triselenid, Diselentrisulfid, Triselendisulfid, Realgar etc., welche in luftleerem Raume gereinigt wurden. Die dargestellten Selenoarsenate waren die folgenden:

$Na_3AsO_2SSe+10H_2O$, $Na_6As_2S_3SeO_4+20H_2O$,
$Na_3As_2S_3Se_3O_3+20H_2O$, $Na_6As_2S_7Se+16H_2O$,
$Na_3AsS_3Se+8H_2O$, $Na_3AsS_2Se_2+9H_2O$,
$Na_3AsSe_3S+9H_2O$, $Na_9As_3S_3Se_2O_8+36H_2O$,
$Na_6As_2S_2SeO_5+24H_2O$ und $Na_6As_2S_5Se_3+16H_2O$.

Zum Schluss der Abhandlung fasst der Verfasser die Arsenate in vier Gruppen zusammen, in welchen vor allem die Gesetzmässigkeit auffällt, welche zwischen der Zusammensetzung der Salze und der Zahl der Krystallwassermolekule obwaltet. Wenn nämlich in den normalen Arsenaten, resp. Sulfarsenaten nur ein Oxygenatom oder Schwefelatom durch Selen ersetzt ist, ändert sich die Zahl der Krystallwassermolekule nicht; sind jedoch im normalen Arsenate zwei Oxygenatome oder im Sulfarsenate zwei Schwefelatome durch Selen (resp. im Arsenate durch Selen und Schwefel) ersetzt, so ändert sich die Zahl der Krystallwassermolekule.

Sitzung den 12. April 1897.

1. *Eugen v. Daday* c. M.: **«Rotatorien aus Neu-Guinea».** Der in Neu-Guinea verweilende ungarische Naturforscher Ludwig Biró sandte dem Nationalmuseum unter anderen auch zahlreiche mikroskopische Süsswasserthiere, über deren Studium Vortragender in dieser Abhandlung Bericht erstattete. Insbesondere hat er die Rotatorien studiert, über deren Eigenschaften noch bisher keine Arbeit erschienen ist. Die Zahl der bisher studierten Arten ist 51, und zwar gehören von diesen 47 Arten der Classe der eigentlichen Rotatorien an, während 4 zu der Gruppe der Gastrotrichen gehören. Von den beobachteten Arten sind 12, welche in der Wissenschaft bisher gänzlich unbekannt waren. Die übrigen 39 Arten wurden schon früher in den verschiedensten Weltgegenden vorgefunden.

* Siehe Math. u. Naturwiss. Ber. pag. 150.

2. *Anton Koch* o. M.: «**Ein Ursäugethier aus den Mitteleocænschichten Siebenbürgens**». Dieses Urthier wurde bei dem Kolozsvár (Klausenburg) nahegelegenen Andrásháza gefunden, also dort, wo 1875 das Brachydiastematherium transsilvanicum genannte Ursäugethier gefunden wurde. Das neu entdeckte Thier ist viel kleiner als jenes. Die gefundenen Ueberreste, nämlich Zähne und Knochen, bilden jetzt den Besitz des Siebenbürgischen Museums. Das Thier ist der in den nordamerikanischen älteren Tertiärschichten entdeckten Hyracodontinæ-Familie am nächsten verwandt, welche eine untergeordnete Familie der Rhinoceridæ ist. Vortragender gab dem neu entdeckten Thiere den Namen Prohyracodon orientalis. Wie die nächsten Verwandten dieses Thieres, so sind auch diejenigen des Brachydiastematheriums in den älteren Tertiärschichten Nord-Amerikas begraben. Aus diesem Umstand können wir den bemerkenswerthen Schluss ziehen, dass in der ersten Hälfte des Tertiärs Europa und Nord-Amerika noch in Zusammenhang war und die gänzliche Absonderung erst in einem späteren geologischen Zeitalter erfolgt ist.

3. *Emerich Lörenthey:* «**Beiträge zur tertiären Decapodenfauna Ungarns**». Vorgelegt durch das o. M. Anton Koch. Der Verfasser der vorliegenden Abhandlung befasste sich seit 15 Jahren mit dem Sammeln der tertiären Petrefacten Ungarns und besonders der Umgebung von Budapest Nachdem auch andere zu dieser Sammlung beigetragen hatten, wurde der aufgehäufte Stoff so gross, dass er des Studiums würdig erschien. Bis dahin war die Zahl der vom ungarischen Gebiete bekannten tertiären Krebse sehr gering, nun aber übertrifft sie viele der reichsten bekannten Faunen.

Wenn wir die ungarische tertiäre Decapodenfauna mit derjenigen der bisher bekannten reichsten Fundorte vergleichen, finden wir, dass z. B. auf dem kleinen Schwabenberge bei Budapest noch einmal so viel Arten vorkommen, als an den beiden bisher bekannten reichsten Fundorten, nämlich in dem Basalttuff zu St. Giovanni Illarione und Val-Cioppio in Oberitalien. *Bittner* unterscheidet in Oberitalien drei aufeinanderfolgende untertiäre Decapodenfaunen. Bei uns kann man, trotzdem das Niedereocän durch keine petrificierten Schichten vertreten ist, doch vier Arten unterscheiden.

4. *Emerich Szarvasy:* «**Arsenmonoselenid**». Vorgelegt durch das c. M. Ludwig v. Ilosvay. Der Verfasser stellte das As_2Se auf die folgende Weise dar: Er schmolz die Bestandtheile in dem Verhältnisse As_2 : Se, jedoch immer mit einem Ueberschusse von Arsen, in einer mit Nitrogen gefüllten und zugeschmolzenen Kaliröhre zusammen. Bei etwa 600 Grad vereinigten sich die Bestandtheile und es bildete sich eine leicht bewegliche schwarze Flüssigkeit. Nach Sublimation bei Anwendung eines Druckes schieden sich Krystalle aus, welche undurchsichtig, schwarz und metallglänzend sind und der Form nach breiten, 1—2 mm langen und 0·5 mm breiten Lanzenspitzen gleichen.

Der Verfasser befasste sich auch mit der Bestimmung der Dampf-

dichtigkeit des Arsenmonoselenids. Dazu war vor Allem die Bestimmung der Dampfdichtigkeit des Selens nöthig. Diese bewerkstelligte er mittels der *Victor Meyer*'schen Methode und fand die auf Se_2 Molekule berechnete Dampfdichtigkeit für 5·466. Dieselbe Methode diente zur Bestimmung der Dampfdichtigkeit des Monoselenids. Diese fand er in vier Versuchen für 8·7, 7·98, 8·20 und 7·55. Aus diesen Bestimmungen können wir schliessen, dass beiläufig zwischen 950 und 1050° im Dampfe des Monoselenids die der Formel As_2Se entsprechenden Molekule enthalten sind. Das Arsenmonoselenid ist unter allen Arsenselenverbindungen die constanteste.

Sitzung den 17. Mai 1897.

1. *Árpád Bókay* c. M. (Antrittsvortrag): **«Die Wirkung schwerer Metalle auf die Structur der quergestreiften Musculatur»**. Vortragender befasst sich zuerst mit der Wirkung des Kupfers auf die quergestreiften Muskeln. Dass das Kupfer so dem thierischen, wie auch dem menschlichen Organismus ein Gift sei, ist längst unzweifelhaft. Es beweisen das die Forschungen von *Harnack*, *Tschirch*, *Schwarz* und *Kétly*, und die Versuche des Vortragenden bestätigen nur diese Meinung. Die angeführten Forscher stimmen alle in dem überein, dass die acute Kupfervergiftung sich als eine primäre Lähmung der quergestreiften Musculatnr geltend macht. Wenn auch das Kupfer das centrale Nervensystem, oder das Peripherial-Nervensystem angreift, so ist das von der Muskellähmung gänzlich unabhängig. Vortragender hat durch seine Versuche festgestellt, dass die Kupfervergiftung auch bedeutende Gewebsveränderungen verursacht.

Eine ähnliche Wirkung besitzen die Verbindungen des Zinkes. Bei den Zinkvergiftungen ist vor allem die Muskelschwäche auffallend. Uebrigens ist das Zink das specifische Gift der quergestreiften Muskeln. Die an Fröschen und Mäusen mit Zinkalbumin, Zinksulfat, meistens aber mit weinsteinsaurem Zinkoxydnatrium gemachten Versuche bewiesen, dass das Zink auf die quergestreifte Musculatur dieselbe Wirkung hat als das Kupfer. An den Nervenzellen ist kaum eine Veränderung zu beobachten. Eine ähnliche Wirkung als Kupfer und Zink besitzt das Cadmium.

Bei Eisenvergiftungen constatierte Vortragender an weissen Mäusen die sogenannte Zenker'sche Entartung und Atrophie.

Die mit Manganalbumin vergifteten Frösche und Mäuse giengen zwar unter Symptomen von motorischer Lähmung zu Grunde, doch war in der Structur ihrer Musculatur keine Veränderung zu beobachten.

2. *Julius Horváth* und *Tiburtius Verebély*: **«Die Wirkung localer anästhesierender Mittel auf die tonische Structur der sensibeln Nervenendungen»**. Vorgelegt durch das c. M. Árpád Bókay.

3. *Adolf Szili*: **«Ueber das Bewegunngsnachbild».*** Vorgelegt durch das o. M. Ferdinand Klug. Die Erscheinung der Nachbewegung hat zuerst

* Siehe Math. u. Naturw. Berichte XV. Band, pag. 122.

Plateau in seinen classischen Versuchen erforscht. Diese Versuche bildeten auch den Ausgangspunkt des Verfassers dieser Abhandlung. Wenn wir nämlich das Bild einer Archimedes'schen Spirale auf einem Rotationsapparate mit einer gewissen Geschwindigkeit drehen, so erscheint die Spirale dem Beobachter wie concentrische Kreise. Geschieht das Drehen in der Richtung des äusseren Endes der Spirale, so scheinen die Kreise zum Rande der Scheibe entspringend, allmählig kleiner werdend dem Mittelpunkte zuzueilen; geschieht aber das Drehen in der Richtung des centralen Endes der Spirale, dann scheinen die Kreise im Mittelpunkte entspringend sich dem Rande zuzudrängen. Im ersten Falle erscheinen uns, wenn wir nach längerem Anstarren des Mittelpunktes unsere Augen auf ruhende Gegenstände richten, die Gegenstände sich uns vergrössert zu nähern, im zweiten Falle verkleinert sich zu entfernen. Der Verfasser hat diese Erscheinung in einer Reihe von Beobachtungen untersucht. Die Beobachtungen ergaben, dass die Nachbewegung sich nur auf jenes Auge beschränkt, welches den optischen Eindruck der Bewegung empfangen hat; dass sie immer nur auf ein gewisses Gebiet beschränkt ist, welches denselben Gesetzen untergeordnet ist, als das Nachbild des Lichteindruckes; dass das unmittelbare optische Bemerken der Bewegung von der untersten bis zur obersten Grenze die Erscheinung der Nachbewegung hervorbringt; dass endlich in Folge des entgegengesetzten binoculären Bewegungseindruckes die Nachbewegung für die binoculäre Beobachtung neutralisiert ist, doch mit einem Auge beobachtet werden kann.

4. *Géza Entz:* **«Neu-Guineanische Rotatorien (Rotatoriæ Novæ-Guineæ».***

Sitzung den 21. Juni 1897.

1. *Isidor Fröhlich* o. M.: **«Ringförmiges Inductionsnormale».** Unter einer Inductionsnormale ist ein Conductor zu verstehen, dessen Inductionscoëfficient aus seinen eigenen wohlbekannten geometrischen Charakteristiken oder experimentell pünktlich ausgewerthet werden kann und der bei der experimentellen Bestimmung der Inductionscoëfficienten anderer Conductoren als Maasseinheit dient. Der vom Vortragenden benützte Apparat ist folgenderweise construiert: Der sorgfältig geschliffene Marmorkern ist von feinem isolirten Kupferdraht umgeben, der 2738 Windungen hat. Die Windungen verdecken die Oberfläche des Ringes ganz gleichmässig. Der Ring, welcher mit alkoholhältiger Schellak-Mastixlösung saturiert wurde, besitzt eine horizontale Quadratgestalt, ist flach, gedeckt und auf weichen Filzkissen in einen soliden Eichenkasten gethan. Da beinahe jede Windung des Apparates sichtbar und messbar ist und sein unmagnetischer Marmorkern gegen jede Deformation des Solenoids schützt, kön-

* Siehe Math. u. Naturw. Berichte XV. Bd. pag. 181.

nen wir dieses ringförmige Inductionsnormale für das bisher bekannt verlässlichste der derartigen Apparate betrachten.

2. *Alexander Schmidt* c. M.: **«Ueber die Mineralien der Umgegend von Szalónak»**. Das in dieser Gegend am meisten vorkommende Mineral ist der Antimonit, welcher nicht nur im Erzgang, sondern auch im Graphitschiefer vorkommt. Der im Graphitschiefer vorkommende Antimonit ist frisch, stabförmig, metallglänzend, während der im Erzgang vorkommende grosse chemische Veränderungen zeigt. Die Krystalle der Antimonite aus dem Graphitschiefer sind meistens schlank, doch mitunter auch etwas platt. Die gebogenen, ellbogenartig mehrfach gegliederten Krystalle sind gewöhnlich. Auch kommen spiessförmige Krystalle vor. Die Krystalle sind auffallend gebrechlich und gleichen am meisten denjenigen des japanesischen Antimonites. Der Antimonit des Erzganges ist gedrungen, dicht gewoben, nicht zerbröckelbar, doch reich an Verwitterungsproducten. Diese Producte sind grösstentheils Antimonhydroxyde.

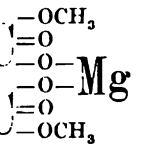
An den verwitterten Stücken des aus der Erzader stammenden Antimonites fanden sich glänzende Schwefelkrystalle. Die an grösseren Antimonitstücken gefundenen grösseren Schwefelkrystalle haben eine trübe, rauhe Oberfläche, sind von durchlöcherter Beschaffenheit und augenscheinlich sehr angegriffen. Auf sie gelagert kommen manchmal weisse zusammengeschmolzene kleine Gypskrystalle vor. Auf einem grossen, aus Antimonitkrystallen bestehenden Stücke fanden sich Calcit- und Barytkrystalle vor. Die Calcitkrystalle waren klein und hatten die Form $e.\{01\bar{1}2\}$. Ihre Oberfläche war angegriffen, rauh, ihre Farbe weiss. Die Barytkrystalle waren dünn, tafelig, weiss oder stellenweise auch lichtgelb und orangenfärbig. Die grösseren Krystalle sind undurchsichtig, die kleineren auch nicht ganz durchsichtig.

3. *Moritz Réthy* c. M.: **«Ueber schwere Flüssigkeitsstrahlen».***

4. *Julius Farkas:* **«Ueber das Huygens'sche Princip»**. Vorgelegt durch das c. M. Moritz Réthy.

5. *Emerich Szarvasy:* **«Zwei neue Methylmagnesiumverbindungen»**. Vorgelegt durch das o. M. Vincenz Wartha. Wenn wir durch die methylalkoholige Lösung des Magnesiummethylates Kohlensäure leiten, bis die Lösung gänzlich abkühlt, erhalten wir eine dichte, stark lichtbrechende Flüssigkeit, die aber durch Kohlen- und Kieselsäure verunreinigt is. Nachdem man diese Stoffe durch Filtrieren entfernt und den Methylalkohol destilliert, bleibt ein weisses, amorphes Pulver zurück, das nach der Analyse sich als $MgC_4H_6O_3$, d. h. Magnesiumdimethyldicarbonat auswies. Die Structursformel der Verbindung ist:

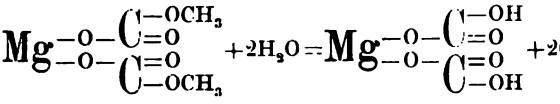
* Siehe Math. u. Naturw. Berichte XV. Band, pag. 258.



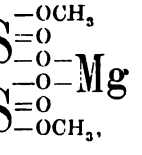
Die Wirkung von Säuren charakterisiert die folgende Gleichung:

$$Mg(CO_2)_2(OCH_3)_2+H_2SO_4=MgSO_4+2CH_3OH+2CO_2.$$

Die Wirkung des Wassers:



Wenn wir durch Magnesiummethylat Schwefeldioxyd leiten und die verunreinigenden Stoffe auf ähnliche Weise, wie bei dem Darstellen der vorher besprochenen Verbindung, entfernen, erhalten wir ein schneeweisses Pulver, welches sich nach der Analyse als $MgS_2C_2H_6O_6$, also Magnesiumdimethyldisulfit ausweist. Die Structursformel ist:



die Reaction aber: mit Säuren:

$$Mg(OCH_3)_2+2SO_2=Mg(SO_2)_2(OCH_3)_2;$$

in wässeriger Lösung:

$$Mg(SO_2)_2(OCH_3)_2+2H_2O=MgH_2(SO_3)_2+2CH_3OH.$$

Das Magnesiumdimethyldisulfit ist etwas beständiger als die entsprechende Kohlensäureverbindung.

6. *Béla Bittó:* **«Beiträge zur Erkenntniss der α-Sulfonormalcapronsäure und ihrer Salze».** Vorgelegt durch das o. M. Vinzenz Wartha. Die α-Sulfonormalcapronsäure stellte der Verfasser aus α-Bromnormalcapronsäureæthylester durch Kochen mit Ammoniumsulfid dar. Es ist ein gelblicher, syrupartiger Stoff, der nach langem Stehen über Schwefelsäure im Exsiccator oder im Vacuum in eine pappige, krystallige Masse sich verwandelt, später braun wird und auch eine kleine Zersetzung erfährt.

Wenn wir die α-Sulfonormalcapronsäure in verdünntem Ammoniak lösen, erhalten wir das saure α-Sulfonormalcapronsaure Ammonsalz: $CH_3.(CH_2)_3.CHSO_3NH_4.CoOH+H_2O$. Es erstarrt im Vacuum über Schwe-

felsäure zu einer weissen Masse, in welcher keine deutlichen Krystalle zu erkennen sind. Das Salz ist von stark sauerer Reagenzwirkung und sehr hygroskopisch. Es krystallisiert mit einem Molekule Krystallwasser. Das Darstellen des neutralen Ammonsalzes:

$$CH_3 . (CH_2)_3 . CHSO_3 . NH_4 . CoONH_4$$

gelang nicht. Das α-Sulfonormalcapronsaure Calcium:

$$C_6H_{10}SO_5 . Ca + 1\tfrac{1}{2}H_2O$$

stellte der Verfasser mittels Kalkwasser dar. Es ist hygroskopisch und kann bis zu 200° erhitzt werden ohne sich zu zersetzen. Es krystallisiert mit anderthalb Molekulen Krystallwasser. Das aus Strontiumhydroxyd dargestellte α-Sulfonormalcapronsaure Strontium: $C_6H_{10}SO_5 . Sr + \tfrac{1}{2}H_2O$ und das auf ähnliche Weise gewonnene α-Sulfonormalcapronsaure Baryum: $C_6H_{10}SO_5Ba + 1\tfrac{1}{4}H_2O$ ist nicht hygroskopisch. Während das erstere immer mit einem halben Molekule Krystallwasser krystallisiert, wurde bemerkt, dass das letztere mit verschiedenem Krystallwassergehalt krystallisiert. Das α-Sulfonormalcapronsaure Zink: $C_6H_{10}SO_5 . Zn + H_2O$ wurde aus freier Säure und $Zn(OH)_2$, das α-Sulfonormalcapronsaure Cadmium: $C_6H_{10}SO_5Cd + H_2O$ aus in der Sulfosäure gelöstem $Cd(OH)_2$ dargestellt. Beide krystallisieren mit einem Molekule Krystallwasser. Das α-Sulfonormalcapronsaure Blei ist eine compliciertere Verbindung, deren Zusammensetzung noch nicht ergründet ist.

7. *Hermann Strauss:* **«Ueber die Sichtbarkeit der Röntgenstrahlen».*** Vorgelegt durch das o. M. Alois Schuller. Die Sichtbarkeit der Röntgen'schen Strahlen haben *Brandes* und *Dorn* zuerst beobachtet. Diese Versuche hat der Verfasser bei seiner Arbeit wiederholt und sie dienten ihm zur weiterer Erörterung der Frage. Zu den Versuchen benützte er eine mit einer kleinen Oeffnung versehene dicke Zinkplatte, welche er so vor die Augen hielt, dass nur durch die Oeffnung Strahlen aus dem Röntgenstrahlenbündel ins Auge gelangen konnten. Durch das Wechseln der Stelle der Oeffnung liess er immer auf einer anderen Stelle des Auges die Röntgenstrahlen fallen. Die Versuche ergaben, dass das Sehen mit Röntgenstrahlen sich wesentlich von dem Sehen mit gewöhnlichen Lichtstrahlen unterscheidet, da die Röntgen'schen Strahlen sich im Auge nicht brechen, die aus einem Punkte kommenden Strahlen sich nicht wieder in einem Punkt vereinigen. Darum bildet sich auch auf der Retina kein Bild des leuchtenden Gegenstandes, den wir also auch nicht sehen können. Doch ist der umgekehrte Schatten des in den Weg der Röntgenstrahlen unmittelbar vor die Augen gesetzten Gegenstandes sichtbar.

* Siehe Math. und Naturw. Ber. XV. Bd, pag. 1.

8. *Hermann Strauss:* «**Durch Röntgenstrahlen getroffene Körper als neue Quellen der Röntgenstrahlen**».* Vorgelegt durch das o. M. Alois Schuller. Der Verfasser bemerkte im Laufe seiner auf die Röntgenstrahlen bezüglich Versuche, dass unter gewissen Umständen nicht nur aus der Röntgen'schen Lampe, sondern auch aus der Luft und aus der menschlichen Hand, ja sogar aus Gasen Röntgen'sche Strahlen entspringen. Die Strahlen der verschiedenen Körper sind von verschiedener Intensität, indem diese mit der Dichtigkeit des Stoffes im verkehrten, mit der Dicke der durch die primären Strahlen getroffenen Schichten aber im geraden Verhältniss ist. Der Grund der Erscheinung ist zweifellos ein der Lichtfluorescenz ähnlicher Process.

Sitzung den 18. Oktober 1897.

1. *Alexander Lipthay* o. M. (Antrittsvortrag): «**Ueber den letzten Band seiner Eisenbahnbaulehre**».

2. *Adolf Ónodi* c. M. (Antrittsvortrag): «**Ueber die Pathologie der Phonationscentren**». Der Sitz des tonbildenden Centrums ist die durch Krause entdeckte und gyrus præfrontalis genannte Hirnwindung. Die Wirkung der beiden Rindencentren auf die Stimmbänder ist eine bilaterale. Die Frage, ob jedes Rindencentrum besonders auf beide Stimmbänder wirken kann, beantworteten die Forschungen des Vortragenden verneinend, was mit dem Resultat der meisten Forscher im Gegensatz ist. Auch die auf die Exstirpation der Rindencentren bezüglichen Beobachtungen sind sehr verschieden. In dem aber stimmen sie überein, dass durch die Exstirpation der Rindencentren die Stimmbildung nicht beeinträchtigt wird; darum muss man das Existieren von subcerebralen Centren voraussetzen.

Die klinischen Beobachtungen, welche sich auf diesen Gegenstand beziehen, sind sehr lückenhaft und von keinem hohen Werth, da sie noch zu keiner endgiltigen pathologischen Uebereinstimmung führten. Dazu sind auch die Gegensätze zwischen den klinischen Beobachtungen und den experimentellen Erfolgen sehr gross. Letztere führen uns zu dem Schluss, dass die tonbildenden Centren nur eine untergeordnete Rolle spielen, und darum auch als keine Grundlage zu grösseren pathologischen Schlüssen dienen können.

Uns bleibt also nichts anderes übrig, als den Ursprung der Tonbildung auf das subcerebrale Centrum zurückzuführen.

Sitzung den 22. November 1897.

1. *Géza Mihálkovics* o. M.: «**Ueber das Jacobson'sche Organ**». Das Jacobson'sche Organ ist ein ergänzender Theil der Nasenhöhle, welcher

* Siehe Math. u. Naturw. Ber. XV. Bd, p. 8.

bei den meisten Wirbelthieren viel kleiner ist, als diese. Zur gründlichen Untersuchung dieses Organes muss man also auch die Nasenhöhle einer Untersuchung unterwerfen.

Nach *Seidel* ist bei geschwänzten Amphibien der accessorische Nasenschlauch (recessus lateralis) genannte Seitenschlauch, der die Fortsetzung der Nasenhöhle bildet, als die erste Spur des Jacobson'schen Organs zu betrachten. Diese Behauptung entspricht der Ansicht des Vortragenden nicht, da das erwähnte Organ bei den Säugethieren, wo es zuerst beobachtet wurde, an der medialen Wand der Nasenhöhle liegt und der laterale Schlauch der geschwänzten Amphibien diesem Organe gar nicht entspricht.

Bei den schwanzlosen Amphibien wird die mediale Nasenspeicheldrüse Jacobson'sche Drüse genannt und in dieser finden wir die primitive Form des Jacobson'schen Organes, welche dem Jacobson'schen Organe der Säugethiere gänzlich entspricht.

Bei den Reptilien ist das in Rede stehende Organ sehr verschieden entwickelt. Während es bei einigen, z. B. bei Krokodilen, gar nicht gefunden wurde, ist es bei anderen, wie bei Eidechsen und Schlangen sehr entwickelt.

Bei den Vögeln hat keiner der Forscher ein Jacobson'sches Organ entdeckt, doch betrachtet Vortragender den an der Nasenscheidewand liegenden Epithelschlauch für den Jacobson'schen Schlauch, welcher jedoch eine Functionsveränderung erfuhr, indem er sich mit dem herausführenden Schlauch der Nasendrüse vereinigte.

Das Jacobson'sche Organ der Säugethiere besteht aus einem, den Proportionen der Nasenhöhle angemessen, engen Epithelschlauch am vorderen Drittel der Nasenscheidewand. Darin stimmen die Jacobson'schen Organe aller Säugethiere überein, dazu auch in dem, dass bei sämmtlichen dieses Organ gut entwickelt ist.

Das menschliche Jacobson'sche Organ hat zuerst *Ruysch* im Jahre 1703 gesehen und seitdem wurde es von zahlreichen Anatomen theils mit dem freien Auge, theils mikroskopisch erforscht. Vortragender hat es an Embryonen vom dritten Monat bis zur Geburt untersucht. Der Jacobson'sche Schlauch des Menschen liegt an jenem Theile der knorpeligen Nasenscheidewand, welcher unten bis zum Vorderkieferknochen reicht. Die Forschungen ergeben übrigens, dass beim Menschen, wie auch bei den Affen das Jacobson'sche Organ zu den rudimentären Gebilden gehört, und zwar zu denjenigen, welche sich schon rudimentär entwickeln, wie z. B. die Drüsen der Schwanzknochen, die Falte unter der Zunge etc.

Mit dem Probleme des Jacobson'schen Organes ist die Wissenschaft noch nicht im Reinen. Da beim Menschen nicht nur dieses Organ, sondern auch das Riechorgan rudimentär ist, könnte man es als einen Theil von diesem betrachten. Doch widerspricht dem der Umstand, dass bei Thieren, bei denen das Riechorgan verkümmert ist, ein entwickeltes Ja-

cobson'sches Organ vorhanden ist. Darum ist es auch möglich, dass das Jacobson'sche Organ eine selbständige specifische Aufgabe hat.

2. *Emerich Lörenthey:* «**Zwei neue kurzschwänzige Krebse aus dem Tertiär**». Vorgelegt durch das o. M. Anton Koch.

3. *Leo Liebermann* und *Béla Bittó:* «**Ueber die Wirkung der concentrierten Schwefelsäure auf die chloroformige Lösung des Cholesterins**».* Vorgelegt durch das o. M. Carl von Than. Bei dem Zusammenrütteln von der verdünnten chloroformhältigen Lösung des Cholesterins mit concentrierter Schwefelsäure entsteht eine ganze Reihe von sehr verschiedenen Färbestoffen. Dieser Versuch bildete den Gegenstand der Untersuchung. Nachdem man nach der Reaction die aus zwei Schichten bestehende Flüssigkeit in einem Scheidetrichter absondert und das Chloroform einen braunen Körper suspendiert hält, kann die chloroformhältige Lösung, die schwefelsäurehältige Lösung und die vom Chloroform suspendierte ungelöste Masse besonders untersucht werden.

3. *Julius König* o. M.: «**Zur Theorie der bestimmten Integrale**».

Sitzung den 13. December 1897.

1. *Ferdinand Klug* o. M.: «**Ueber die Gasentwicklung bei Pankreas-Verdauung**». Die mit grosser Sorgfalt ausgeführten Versuche *Hüfner's* hatten das Resultat, dass die Darmgase sich nicht in Folge der Wirkung von Enzymen entwickeln. Die Versuche des Vortragenden gaben das entgegengesetzte Resultat, dass die Gasentwicklung, nämlich die Entwicklung von Kohlensäure, der Erfolg der Enzymwirkung sein kann. Die aus dem Pankreas frei werdende Kohlensäure entwickelt sich aus dem in demselben enthaltenen Fett und scheint die Wirkung des Enzymes auf Fett zu sein. Doch ergaben die weiteren Versuche, dass nicht jedes Fett, sondern nur solche, die bei der Temperatur des Verdauens flüssig werden, aus dem Pankreas Kohlensäure entwickeln. Ausser der Entwicklung von Kohlensäure constatierte Vortragender bei Spaltung der Fette, die bei der Fettverdauung erfolgt, auch Entwicklung von Hydrogen. Man kann also mit grosser Wahrscheinlichkeit behaupten, dass das Verdauen der Fette nicht nur in ihrer Spaltung zu Fettsäure und Glycerin und dem Entstehen von Seifen besteht, sondern dass dies ein viel tiefer wirkender Process ist, bei welchem die Endproducte Kohlensäure und Hydrogen sind.

2. *Aladár Richter:* «**Beiträge zur Kenntniss der Marcgraviaceæ und Arrideæ**. Vorgelegt durch das c. M. Julius Klein.

---

* Siehe Math. u. Naturw. Ber. XV. Bd, pag. 15.

II. Die **Fachsectionen der Königlichen Ungarischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft** hielten im Jahre 1897 zwanglose Sitzungen, deren Protokolle wir in folgendem, anschliessend an die diesbezüglichen Berichte pp. 333—376 des XIV. Bandes dieser Berichte wiedergeben:

A) Fachconferenz für Zoologie.

Sitzung den 2. Januar 1897.

1. *Joseph Jablonowsky* legte seine Arbeit uber die »**Landwirthschaftlichen Schäden der Thripse**» vor. Seine Untersuchungen ergaben, dass die der einen Thripsart zugeschriebenen Schäden eine Fliegenart verursacht, die Schäden der anderen Art aber, welche die ungarischen Landleute dem sogenannten rothen Käfer zuschreiben, nur dann zum Vorschein kommen, wenn die Fruhlingswitterung eben zur Zeit der Aehrenbildung beständig regnerisch ist.

2. *Johann Madarász* referierte uber die durch *Ludwig Biró* in Neu-Guinea gesammelten Vögel. *Biró* sandte während 8 Monaten 150 Stück Vögelbälge, Brustbeine und Nester. Die Exemplare sind von 64 Arten und darunter 28 von solchen, welche in der Sammlung *Fenichel's* fehlen. Es befindet sich darunter auch eine neue Taubenart, welche Vortragender *Ptilopus Birói* nennt. Hierauf zeigte er die in der Sammlung *Fenichel's* fehlenden Arten.

3. *Otto Herman* beantragt in Verbindung mit dem Vortrage *Madarász'*, dass die Conferenz im Protokolle *Ludwig Biró* Anerkennung für seine erspriesslichen Bemühungen ausdrücke und diese ihm übersende.

4. *Ludwig Méhely* zeigt die Exemplare des *Tropidonotus natrix* var. *banatica* und des *Coluber longissimus* var. *Deubeli* aus Mehadia.

Ernst Diétl bemerkt, dass er die var. *Deubeli* auch im Rothenthurmpass gefunden habe.

Sitzung vom 6. Februar 1897.

1. *Géza Horváth* macht im Allgemeinen die Resultate der Neu-Guineanischen Sammlungen *Ludwig Biró's* bekannt. Ludwig Biró, der seit Antang des Jahres 1896 behufs Sammlung zoologischer und ethnographischer Gegenstände in Neu-Guinea weilt, sandte schon bis jetzt ausserordentlich viel werthvolle und interessante Gegenstände für das ungarische Nationalmuseum. Unter den ethnographischen befinden sich zahlreiche Unica, deren Besitzes sich noch kein europäisches Museum rühmen kann. Nicht minder werthvoll sind die zoologischen Sammlungen Biró's, in welchen sich Thierarten, die der Wissenschaft noch ganz fremd sind, zahlreich vorfinden; es sind darunter 154 Vögel, mehrere Nester und Eier, einige Schlangen und Eidechsen, ungefähr 6000 Insecten und mehr als 1000 verschiedene Spinnen, Skorpione, Tausendfüsser, Krebse, Würmer und mikroskopische Thierchen. Die reichhaltigen Sammlungen Biró's machen besonders die biologischen Aufzeichnungen werthvoll, welche er

über die Lebensart und die Gewohnheiten der gesammelten Thiere mittheilt. Vortragender berichtete über die interessanten Formen der Thiere, besonders der Insecten.

2. *Franz Wachsmann* liest die «**Wespenleben in Neu-Guinea**» betitelte Arbeit *Ludwig Biró's*.

Sitzung den 6. März 1897.

1. *Otto Herman* liest über die Angelegenheit des naturhistorischen Museums und stellt die folgenden Anträge:

a) Die Fachsection möge eine Commission von drei Mitgliedern entsenden, welche die Angelegenheit studiere.

b) Die Fachsection möge die übrigen Fachsectionen auffordern, dass jede 2—2 Mitglieder in eine gemeinsame Commission entsende, welche ein Memorandum im Interesse des naturhistorischen Museums verfasse.

c) Das von der entsendeten Commission verfasste Memorandum möge das Präsidium der Fachsection dem Ausschusse der Kön. ungarischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft übersenden, um es an die geeignete Stelle gelangen zu lassen.

Die Fachsection schliesst sich diesem Antrage *Herman's* einhellig an.

2. *Ludwig Aigner* spricht über den *Papilio podalirius* und seine Farbenvariationen, welche er während seines Vortrages vorweist.

3. *Ludwig Méhely* lenkt die Aufmerksamkeit auf die Zucht aus Puppen und das sorgsame Beobachten einiger Umstände.

4. *Koloman Kertész* zeigt die von *Julius Madarász* in Ceylon gesammelten *Dipteren*, unter welchen sich 31 Arten, die in 10 Familien und 25 Genus gehören, befinden. Von den gesammelten Arten sind 10 bekannt, 14 neu.

5. *Rudolph Kohaut* zeigt vier, für Ungarn neue Floharten, und zwar:

a) *Pulex melis* Walker. Diese Art charakterisiert ihr ausserordentlich langer Stachel; sie lebt am Dachs und am Fuchs.

b) *Typhlopsylla hexactenus* Kolenati, der sechskämmige Fledermausfloh; vom Plecotus auritus.

c) *Typhlopsylla dictenus* Kolenati. Diesen interessanten Fledermausfloh, welcher nur am Prothorax und am siebenten Rumpfabschnitte einen aus Stacheln bestehenden Kamm besitzt, beschrieb Kolenati 1856 von der Vesperugo discolor. Seitdem finden wir in der Litteratur keine Spur, dass jemand diese Art gesehen hätte. Vortragender fand sie vor kurzem an Plecotus auritus.

d) *Typhlopsylla typhlus* Motschulszky = Typhlopsylla caucasica Tasch. vom Spalax typhlus. Diese Floharten wurden dem Vortragenden von Dr. Adolf Lendl überlassen.

Mit diesen neuen Arten beträgt die Zahl der in Ungarn beobachteten Floharten: 16. Es sind dies die folgenden:

1. Pulex irritans L.
2. Pulex globiceps Taschenberg.
3. Pulex fasciatus Bosc d'Antic.
4. Pulex gallinæ Bouché.
5. Pulex melis Walker.
6. Pulex sciurorum Bouché.
7. Pulex canis Dugés.
8. Pulex erinacei Bouché.
9. Typhlopsylla octactenus Kolenati.
10. Typhlopsylla hexactenus Kolenati.
11. Typhlopsylla pentactenus Kolenati.
12. Typhlopsylla dictenus Kolenati.
13. Typhlopsylla musculi Dugés.
14. Typhlopsylla typhlus Motschulsky.
15. Typhlopsylla assimilis Taschenberg.
16. Typhlopsylla gracilis Taschenberg.

Sitzung den 3. April 1897.

1. *Ludwig Méhely* legt die **herpetologische Sammlung** *Ludwig Biró's* vor, nachdem er die thiergeographischen Verhältnisse Neu-Guinea's besprochen hatte. Er spricht über Amphibien und Reptilien und macht den Standpunkt der Eintheilung der heutigen Systematik bekannt. Er hebt besonders die der Wissenschaft neuen Arten hervor, deren eine er zu Ehren *Biró's*, die andere zu Ehren des berühmten Herpetologen *Boulanger* benannt hat.

2. *Géza Horváth* sprach auf Grund seiner nahezu 30jähriger Erfahrungen **»Ueber die verschiedenen Methoden der Bezeichnung bei Insektensammlungen und über Verzeichnisse des Gesammelten«.** Die Insectensammlungen haben nur dann einen wissenschaftlichen Werth, wenn der Fundort eines jeden enthaltenen Exemplars angegeben ist. Ohne diesem ist die Sammlung in wissenschaftlicher Beziehung so zu sagen werthlos. Von den bisher üblichen verschiedenen Methoden der Bezeichnung ist die zweckmässigste und beste, dass der Fundort jedes einzelnen Exemplares auf einen Papierstreifchen geschrieben oder gedruckt auf dieselbe Stecknadel gesteckt wird, auf welchem sich das Insect selbst befindet. Wichtige Ergänzungstheile der Insektensammlungen sind die Sammlungstagebücher. In diese notiert der Insektensammler die gesammelten und beobachteten Insektenarten nebst den auf sie bezüglichen biologischen und anderen Beobachtungen. Aus den Sammlungstagebüchern stellt man dann den Zettelkatalog zusammen, in welchem jede Insektenart ein besonderes Blatt hat, und an diesen Blättern sind die auf die geographische Verbreitung, Lebensweise, Entwicklungsverhältnisse etc. der betreffenden Art bezüglichen Daten zusammengefasst.

3. *Julius Madarász* zeigt die orientalische Art des grossen Bunt-

spechtes vor, welche insbesondere durch den rein weissen Bauch auffällt, in der Litteratur unter dem Namen *Picus cissa* bekannt ist und in Nord-Sibirien lebt. Auch in Ungarn ist er ziemlich häufig, besonders im Inneren des Landes, doch hat er bisher die Aufmerksamkeit der Ornithologen nicht erweckt.

4. *Johann Pável* zeigt neue *Schmetterlingsarten* aus der ungarischen Fauna, deren grössten Theil Graf *Béla Vass* und *Dr. Vincenz Wartha* gesammelt hat.

5. *Géza Horváth* meldet die neueste Sendung *Ludwig Biró's* an, welche 2000 Schmetterlinge enthält.

Sitzung vom 8. Mai 1897.

1. *Eugen Vángel* legt die Abhandlung *A. Bálint's* vor unter dem Titel: **«Ueber die Celloidineinbettung im Dienste der beschreibenden Zoologie»**.

2. *Eugen von Daday* trägt über die durch *Ludwig Biró* gesammelten Rotatorien vor und theilt mit, dass er beinahe 50 Arten notierte, von denen 12 der Wissenschaft neu, die übrigen aber auch aus Ungarn bekannt sind.

3. *Eugen Vángel* legt die **«Beiträge zur Kenntniss einer interessanten Spongilla»** betitelte Arbeit *L. Traxler's* vor. Die in Rede stehende Art wurde unter dem Namen Spongilla novæ terræ beschrieben, doch ergaben die Forschungen, dass es die Hybride der Spongilla lacustris und der Heteromeyennia Ryderi sei.

4. *Eugen Vángel* trägt vor über **«Die Schwämme der Süsswasser Ungarns»**. Er spricht über die Umstände ihres Vorkommens und über ihr Sammeln und zeigt endlich in zahlreichen Exemplaren die vaterländischen Arten.

5. *Ernst Dietl* zeigt eine *Epitheca bimaculata*, welche er in Budapest gefunden hat, und welche in Ungarn noch unbekannt war.

6. *Eugen Vángel* zeigt *Tritonlarven* mit reifen Geschlechtsorganen aus dem botanischen Garten und deren Abkömmlinge.

7. *Géza Entz* zeigt einen lebendigen *Spalax typhlus*.

Sitzung vom 2. October 1897.

1. *Stephan Rátz* trug über die **«Anchylostomasis der Pferde der Kohlenbergwerke»** vor. Die Umstände der Verbreitung der von den Anchylostomen genannten Würmern verursachten Krankheit in einem Kohlenbergwerke bei Sopron (Oedenburg) beobachtend, kam *Ráthonyi* auf die überraschende Erscheinung, dass auch in dem Kothe der Pferde des Kohlenbergwerkes die Eier des Anchylostomum duodenale zu finden seien, dass also diese Blut saugenden Würmer auch in den Gedärmen der Pferde leben. Später erfuhr er, dass in jedem Bergwerkspferde Anchylostomen leben, woraus er schloss, dass die Pferde auch die Infection der Arbeiter

4. *Ferdinand Urbán* sprach unter dem Titel: **«Neue Beiträge zur ungarischen Schmetterlingsfauna»** über zwei neue Schmetterlingsvarietäten.

Sitzung der 4. December 1897.

1. *Géza* von *Mihálkovics* sprach **«Ueber die verkümmerten Organe im Allgemeinen, mit besonderer Rücksicht auf das Jacobson'sche Organ»**. Als Einleitung gibt er die Begriffe der rudimentären Organe, dann spricht er kurz von den rudimentären Organen des Menschen. Mit dem Jacobson'schen Organ befasst er sich eingehend, beginnend mit demjenigen der untergeordneten Wirbelthiere bis zum Jacobson'schen Organe des Menschen.

B) Fachconferenz für Botanik.

Sitzung vom 13. Januar 1897.

1. *Vincenz Borbás* beschreibt unter dem Titel: **«Unbekannte Quellen der ungarischen Flora»** *Wierzbicki's*, mit 30 hübschen Bildern illustriertes botanisches Manuscript aus der Keszthelyer Bibliothek des Grafen *Festetich*; der allgemeine Werth des Werkes besteht ausser den nennenswertheren floristischen Seltenheiten der Umgebung Keszthelys darin, dass 1. *Dentaria trifolia* ausser Slavonien auch im Comitate Zala, ja, nach dem Herbarium *Borbás'* auch um Fünfkirchen wächst, 2. dass auf Grund des im Manuscript aufgeführten *Comarum palustre*, *Vaccinium Oxycoccos*, *Andromeda polifolia*, *Drosera rotundifolia* und *longifolia* es erwiesen ist, dass das Becken von Vindornya ein Hochmoor gewesen sei, das aber heute in Folge der Canalisierung schon ausgetrocknet ist, so dass gegenwartig dort Torf gestochen wird.

b) zeigt *Borbás* ein von den Szent-Iványer Bergen der Ofner Umgebung stammendes *Linum dolomiticum*, welches nach dem niedrigen Wuchse, dem liegenden, buschigen Stengel und den sterilen Blattrosetten zu urtheilen, von *Linum flavum* abweicht, vom griechischen *Linum elegans* aber eher durch den weit abliegenden Standort, als durch morphologische Charaktere sich unterscheidet (habitu humili, caudiculis pluribus frutescentibus rosulisque sterilibus a *L. flavo* diversum et *L. eleganti* affinius). Er macht gleichzeitig die Bemerkung, dass *L. flavum uninerve* Roch. von Herkulesbad mit *L. campanulatum* mehr übereinstimmt als mit *L. flavum*, was besonders die grossen Blumen und die vielen buschigen Stengelchen bezeugen. Auch von *Linum Tauricum* unterscheidet es sich durch dieselben Eigenschaften: dieses hat keinen buschigen, liegenden Stengel, seine Blätter sind länger und verschmälern sich lang und keilförmig.

c) Er legt ferner vor die neue Species *Verbascum agrimonioides* Deg. et Borb. aus Thessalien.

d) *Typha Shuttleworthii* aus Zólyom-Brezó mit zwei dreifachen Fruchtkolben.

e) Die vollblüthige Form des *Delphinium consolida* var. *adenopodum* aus Balaton-Füred.

f) Eine Abweichung der Weissbuche, einen Zweig mit ungetheilten fiederig geschnittenen Blättern (heterophyllia).

g) Exemplare des *Alyssum tortuosum* var. *flexuosum* Rehb. von Szoroskő aus dem Comitate Torna, welche *Hazslinszky* für *A. alpestre* hielt. Die Pflanze sammelte dort jetzt stud. med. *Kamillus Reuter*.

h) Die Abhandlung *Schwerin's:* **«Ueber Variation beim Ahorn»**, in welchem die Fruchtbildung des *Acer Negundo* zu sehen ist, die jener des *A. Bedöi* ähnlich ist, und macht auf das farbige Bild der bunten Ahornblätter aufmerksam, welche mit den schönsten Blumen wetteifern.

2. *A. Degen* zeigt interessante Pflanzen einer Sammlung aus Spitzbergen und der Sahara.

Sitzung vom 10. Februar 1897.

1. *Moriz Staub* legt vor: *a) Andersson Gunnar's* Dissertation **«Ueber das fossile Vorkommen der Brasenia purpurea Mich. in Russland und Dänemark»**.

b) A. Nehring's Abhandlungen, mit welchen er beweist, dass die im Torflager bei Klinge gefundenen Samen eigentlich zu *Stratiotes aloides* L. gehören. Diese Pflanze existierte schon in der Tertiärzeit, was unter andern auch die von *Staub* im Székelyfolder Mergel der Miocenzeit gefundenen Blätterabdrücke beweisen.

c) «Die geologische Landkarte Ungarns», die von der ungarisch-geologischen Gesellschaft herausgegeben wurde, und die «Ackerbaulandkarte der Länder der ungarischen Krone», welche das königl. ungarische Finanzministerium herausgab.

d) Zuletzt berichtigt er einen Fehler, welcher aus Versehen in die Auszugsmittheilung der Sitzung vom 14. Februar 1894 gerathen ist, und zwar dass die *Hydrocharidaeeae* in Asien keine endemische «Species», sondern «Genus» haben und unter den beiden verschiedenen Verbreitungskreisen von *Stratiotes aloides* der eine als älterer (im geologischen Sinne), der andere als jetziger zu verstehen sei.

2. *A. v. Degen* hält einen Vortrag über vier, für die Flora Ungarns neue Pflanzen, und constatiert das Vorkommen von *Cerastium Bulgaricum* Uechtr. bei Svinitza (leg. 1874 Simonkai sub. *Cer. aggregatum* Dur.), *Hesperis Venelovskyi* (Fritsch) bei Glavisevitza (von Fritsch bereits aus Syrmien erwähnt), *Melandryum album* (Mill.) *β. Thessalicum* Hausskn. im Kazanthal und *Silene Csereii* Baumg. in der Prolázschlucht bei Herkulesbad (leg. L. Thaisz.).

3. *Karl Schilberszky* legt Abbildungen einer verdoppelten Küchenzwiebel (*Allium Cepa* L.) in natürlicher Grösse vor und bespricht die Modalitäten der Entstehung einer solchen im folgenden:

4. *Ferdinand Uhryk* sprach unter dem Titel: **«Neue Beiträge zur ungarischen Schmetterlingsfauna»** über zwei neue Schmetterlingsvariationen.

Sitzung den 4. December 1897.

1. *Géza* von *Mihálkovics* sprach **«Ueber die verkümmerten Organe im Allgemeinen, mit besonderer Rücksicht auf das Jacobson'sche Organ»** Als Einleitung giebt er die Begriffe der rudimentären Organe, dann spricht er kurz von den rudimentären Organen des Menschen. Mit dem Jacobson'schen Organ befasst er sich eingehend, beginnend mit demjenigen der untergeordneten Wirbelthiere bis zum Jacobson'schen Organe des Menschen.

B) Fachconferenz für Botanik.

Sitzung vom 13. Januar 1897.

1. *Vincenz Borbás a)* beschreibt unter dem Titel: **«Unbekannte Quellen der ungarischen Flora»** *Wierzbicki's*, mit 30 hübschen Bildern illustriertes botanisches Manuscript aus der Keszthelyer Bibliothek des Grafen *Festetich*; der allgemeine Werth des Werkes besteht ausser den nennenswertheren floristischen Seltenheiten der Umgebung Keszthely darin, dass 1. *Dentaria trifolia* ausser Slavonien auch im Comitate Zala ja, nach dem Herbarium *Borbás'* auch um Fünfkirchen wächst, 2. dass auf Grund des im Manuscript aufgeführten *Comarum palustre*, *Vaccinium Oxycoccos*, *Andromeda polifolia*, *Drosera rotundifolia* und *longifolia* es erwiesen ist, dass das Becken von Vindornya ein Hochmoor gewesen sei das aber heute in Folge der Canalisierung schon ausgetrocknet ist, so dass gegenwärtig dort Torf gestochen wird.

b) zeigt *Borbás* ein von den Szent-Iványer Bergen der Ofner Umgebung stammendes *Linum dolomiticum*, welches nach dem niedrigen Wuchse, dem liegenden, buschigen Stengel und den sterilen Blattrosetten zu urtheilen, von *Linum flavum* abweicht, vom griechischen *Linum elegans* aber eher durch den weit abliegenden Standort, als durch morphologische Charaktere sich unterscheidet (habitu humili, caudiculis pluribus frutescentibus rosulisque sterilibus a *L. flavo* diversum et *L. eleganti* affinius) Er macht gleichzeitig die Bemerkung, dass *L. flavum uninerve* Roch. von Herkulesbad mit *L. campanulatum* mehr übereinstimmt als mit *L. flavum*, was besonders die grossen Blumen und die vielen buschigen Stengelchen bezeugen. Auch von *Linum Tauricum* unterscheidet es sich durch dieselben Eigenschaften; dieses hat keinen buschigen, liegenden Stengel aber seine Blätter sind länger und verschmälern sich lang und keilförmig

c) Er legt ferner vor die neue Species *Verbascum agrimonioides* Deg et Borb. aus Thessalien.

d) Typha Shuttleworthii aus Zólyom-Brezó mit zwei dreifacher Fruchtkolben.

e) Die vollblüthige Form des *Delphinium consolida* var. *adenopodum* aus Balaton-Füred.

f) Eine Abweichung der Weissbuche, einen Zweig mit ungetheilten fiederig geschnittenen Blättern (heterophyllia).

g) Exemplare des *Alyssum tortuosum* var. *flexuosum* Rehb. von Szoroskő aus dem Comitate Torna, welche *Hazslinszky* für *A. alpestre* hielt. Die Pflanze sammelte dort jetzt stud. med. *Kamillus Reuter*.

h) Die Abhandlung *Schwerin's:* **«Ueber Variation beim Ahorn»**, in welchem die Fruchtbildung des *Acer Negundo* zu sehen ist, die jener des *A. Bedöi* ähnlich ist, und macht auf das farbige Bild der bunten Ahornblätter aufmerksam, welche mit den schönsten Blumen wetteifern.

2. *A. Degen* zeigt interessante Pflanzen einer Sammlung aus Spitzbergen und der Sahara.

Sitzung vom 10. Februar 1897.

1. *Moriz Staub* legt vor: *a) Andersson Gunnar's* Dissertation **«Ueber das fossile Vorkommen der Brasenia purpurea Mich. in Russland und Dänemark»**.

b) A. Nehring's Abhandlungen, mit welchen er beweist, dass die im Torflager bei Klinge gefundenen Samen eigentlich zu *Stratiotes aloides* L. gehören. Diese Pflanze existierte schon in der Tertiärzeit, was unter andern auch die von *Staub* im Székelyfolder Mergel der Miocenzeit gefundenen Blätterabdrücke beweisen.

c) «Die geologische Landkarte Ungarns», die von der ungarisch-geologischen Gesellschaft herausgegeben wurde, und die «Ackerbaulandkarte der Länder der ungarischen Krone», welche das königl. ungarische Finanzministerium herausgab.

d) Zuletzt berichtigt er einen Fehler, welcher aus Versehen in die Auszugsmittheilung der Sitzung vom 14. Februar 1894 gerathen ist, und zwar dass die *Hydrocharidaceae* in Asien keine endemische «Species», sondern «Genus» haben und unter den beiden verschiedenen Verbreitungskreisen von *Stratiotes aloides* der eine als älterer (im geologischen Sinne), der andere als jetziger zu verstehen sei.

2. *A. v. Degen* hält einen Vortrag über vier, für die Flora Ungarns neue Pflanzen, und constatiert das Vorkommen von *Cerastium Bulgaricum* Uechtr. bei Svinitza (leg. 1874 Simonkai sub. *Cer. aggregatum* Dur.), *Hesperis Venelovskyi* (Fritsch) bei Glavisevitza (von Fritsch bereits aus Syrmien erwähnt), *Melandryum album* (Mill.) *β. Thessalicum* Hausskn. im Kazanthal und *Silene Csereii* Baumg. in der Prolázschlucht bei Herkulesbad (leg. L. Thaisz.).

3. *Karl Schilberszky* legt Abbildungen einer verdoppelten Küchenzwiebel (*Allium Cepa* L.) in natürlicher Grösse vor und bespricht die Modalitäten der Entstehung einer solchen im folgenden:

I. Synophtia polyembryonalis.
II. Synophtia embryonum seminum complurium.
a) Seminum adhærentium.
b) Seminum separatorum.

Anlässlich einer Besprechung der sympodialen Beschaffung des Rebenstammes legt derselbe Ranken von *Vitis vinifera* vor, an welchen die schuppenförmigen Organe als wohlentwickelte Laubblätter sichtbar waren, welche, sowie auch die gelegentlich auftretenden Blüthen als Kriterien für den bereits erwiesenen Stengelcharakter dieser Ranken anzusehen sind.

Hierauf legt er *Plantago* mit Adhäsion zweier Stengel desselben Individuums vor, welche sich im oberen Theil in zwei Ungleiche, rispenförmige Blütenstände theilten.

4. *A. Mágócsy-Dietz* legt das Werk *Dr. Stephan Baldzs's* **«Vom Pollen, mit besonderer Rücksicht auf die einheimischen Species der Angiospermen»** (Kolozsvár, 1896) vor, in welchen die Pollen einiger hundert, in unserer Heimath wild wachsenden und theilweise unsere heimathliche Flora charakterisierenden, angiospermen Pflanzenspecies näher beschrieben werden und der Meinung Ausdruck verliehen wird, dass die vorgelegten Angaben dem denkenden Floristen vielleicht insofern von Nutzen sein können, dass diese erwägen möchten, ob es sich nicht lohnen würde, die Pollen auch vom floristischen Standpunkte aus zu verwerthen.

Seine Mittheilung ist in vieler Hinsicht zu gebrauchen, besonders darum, weil er der erste ist, der die Pollen vieler, besonders einheimischer Pflanzen beschreibt.

Sitzung vom 10. März 1897.

Diese Sitzung wurde dem Andenken des verstorbenen Präsidenten der botanischen Section, *Ludwig Jurányi*, gewidmet.

Vicepräsident *Julius Klein* gedachte in einer kurzen Rede des Verstorbenen. Es wurde beschlossen, dass zum Zeichen der Trauer erst die nächste, als Wahlsitzung den neuen Präsidenten wähle und man ersuchte den Vicepräsidenten *J. Klein* und den Schriftführer *A. Mágócsy-Dietz*, sie möchten in einer der nächsten Sitzungen die Verdienste *L. Jurányi's* würdigen.

Sitzung vom 8. April 1897.

1. *Árpád v. Degen* legt die Arbeiten *Karl Flatt's* vor: *a)* **«Skizzen aus der ältesten Geschichte der heimatlichen Botanik»**, in welcher Verf. einzelne Angaben verbessert, unbekannte Thatsachen aufklärt und einzelne der schon bekannten durch neue Angaben beleuchtet.

b) Bauhin's **«Pinax redivivus»**. Verf. vergleicht die von *Bauhin* aufgezählten Species mit denen *Linné's*.

2. *Vincenz Borbás* zeigt: *a)* 35 Pflanzen aus dem Gebiete und der Umgebung Budapests vor, einestheils zum Zwecke der Berichtigung, anderentheils zur Erweiterung der Flora der Hauptstadt.

Er erwähnt folgende Pflanzen:

Elymus crinitus var. *microstachys*, *Stipa longifolia* (*St. tirsa* aut., nicht Stev.), *Dasypyrum villosum* var. *glabratum*, *Dactylis glomerata* var. *villiflora*, *Digitaria intercedens*, *D. glabra*, *Carex prolixa*, *Humulus Japonicus*, *Rumex crubescens*, *R. pratensis*, *R. Baueri*, *R. obtusifolius*, *Salix hungarica* (*S. angustifolia* × *Caprea*), *Corylus Avellana* var. *striata*, *Knautia arvensis* var. *purpurpurans* (*Kn. atrorubens* Brandza), *Senecio procerus* Rchb. (nicht Gris.), *Carduus orthocephalus*, *Campanula rotundifolia* var. *hirta*, *Specularia Speculum*, *Rhinanthus Freynii*, *Verbascum Schmidlii*, *Glechoma Pannonica* (*G. hirsuta* × *hederacea*), *Bifora radians*, *Viola lucorum*, *Thalictrum simplex*, *Delphinium paniculatum* Host., *Cardamine dentata violacea pleniflora*, *Silene Gallica*, *Portulaca sativa*, *Euphorbia salicetorum* Jord., *E. acuminata*, *Polygala comosa* var. *subsempervirens*, *Linum Catharticum* mit alternierenden und dreiquirligen Blättern auf einem Stengel, *Pirus nivalis*, *Rubus Idaeus* var. *subcandicans* (*R. pseudoidaeus* Freyn), *Medicago glomerata* und *Lathyrus silvester*.

b) Bespricht *Borbás*: Sterneck's Monographie über «**Alectorolophus**»

Auf Grund des Saisondimorphismus unterscheidet das Werk Frühlings- und Herbstspecies. Vom biologischen Standpunkte aus ist bemerkenswerth die Zweiglosigkeit des *Rhinanthus* oder, dass zwischen dem ersten Zweig und dem untersten Blütenpaar kein Zwischenblatt ist, aus dessen Grund eine Blüte nicht hervorwächst (Frühlingsspecies), dann die Reihe der Formen, bei welchen zwischen dem ersten Zweig und dem untersten Blütenpaar sich solche Blätter befinden, aus deren Grunde keine Blüten sprossen (Herbstspecies); vom Standpunkt der Systematik ist das Verfahren *Sterneck's* aber nicht sehr vortheilhaft, weil dadurch die Zahl der Species sich verdoppelt und unbedeutende Formen sich von einander weit entfernen, andererseits bemerkte Vortragender, dass die Herbstformen nicht nur durch die späte Jahreszeit, sondern auch auf fettem Erdboden schon Ende Mai hervorgebracht werden (*Rhinanthus stenophyllus* am Ufer der Csepel-Insel den 25. Mai 1896). Dagegen hält er es für unrichtig, dass *Sterneck* dem geflügelten und ungeflügelten Samen nur eine untergeordnete Rolle zuschreibt, wo doch «semen alatum» und «semen exalatum» bei anderen Genus Species bildet. Er beanständet auch die von mehreren Autoren complicierte Nomenclatur, in deren Ausführung *Sterneck* nicht consequent ist; einmal schreibt er z. B. *Alectorolophus goniotrichus* (Borb.) Stern., ein anderes Mal «*A. goniotrichus* Stern.», das letztere hat aber gar keine Berechtigung und von der ersteren Anwendung wurde selbst dessen früherer Anhänger *Ascherson* abtrünnig. *Rhinanthus* oder *Alectorolophus Rumelicus* muss dem *Rh. glandulosus* vorgesetzt werden, denn ihre Beschreibungen stammen aus einem Jahre, ersterer ist gründlich besprochen, er hat sogar

eine erklärende Zeichnung, nichtsdestoweniger ist die Bezeichnung d[illegible] *Rh. maior* var. *glandulosus* mit zwei Worten («calyce glanduloso-piloso[illegible] ungenügend, könnte demnach auch *Rh. Freynii* sein.

Sitzung vom 12. Mai 1897.

1. *Ludwig Simonkai* legt seine Untersuchungen über *Salix nigricans* Sm. *Cuviera Caput-medusae* (L.), *Elymus Caput medusae* (L.) und *Cytisus Pseudo Rochelii (Austriaco × aggregatus)* Smk. unter dem Titel: **«Angabe[illegible] zur Kenntniss einheimischer Pflanzen»** vor.

2. *V. Borbás* bespricht: *a)* das Werk *Wettstein's*: **«Die europäische[illegible] Arten der Gattung Gentiana aus der Section Endotriha».** Dieses Wer[illegible] basiert Saisondimorphismus, es unterscheidet Frühlings- und Herbs[illegible] formen, wodurch sich die Zahl der früheren *G. amarella*-Species ve[illegible] doppelte.

b) Die Pótfüzetek des Természettud. Közlöny 1895 auf pag. 95 [illegible] wähnte *G. Warthae* Borb. *(G. macrocalyx* Celak. non *Blare* et *Lexarz*[illegible] ist auf pag. 54 im Werke *Wettstein's* als Hybride der *G. campestris* u[illegible] *G. Germanica* W. geschildert, *Borbás* ist aber nicht für den hybridisch[illegible] Ursprung, denn die Entstehung der *G. Warthae* ist auf morphologische[illegible] Weg richtiger zu erklären als eine von der *G. campestris* durch ih[illegible] metaschematische Blüte abweichende Species zweiten Ranges.

c) Legt vor und bespricht *Borbás* neuere oder frühere zweifelha[illegible] Pflanzen zur Klärung und Ergänzung der heimatlichen Flora, als: *Ger[illegible]a nium batrachioides* Cuv. var. *minoriflorum* (floribus duplo minoribus gy[illegible]o-dynamis) aus der Gegend der hohen Tátra, *Cardamine Opizii* auch v[illegible]on dort, *C. pratensis* var. *pubescens* von Iglófüred (Scherfel V.), *C. dentar[illegible]ta* var. *trichophylla* vom Rákos, *C. Hayneana* var. *asperifolia* von demselb[illegible]en Orte, *C. parviflora* vom Vésztő und Puszta-Kót, *Cystisus millennii* von Békás-Megyer, wie *C. elongatus* mit anliegender, glatter Behaarung, aber als Frühlingsform mit sich am Ende des Astes kugelförmig vereinigendem Blütenstand, *Epilobium Lamyi* von Hosszúaszó, *Euphorbia pulverulenta* zwischen Szent-Király (Com. Veszprém) und Vörös-Berény und im Formkreise der *E. Gerardiana* die Form mit den, der *E. pulverulenta* entsprechenden, schmalen Hüllblättern (var. *aequifrons*) vom Rákos, im Kreise der *E. polychroma* ist es ebenso (involucelli foliolis oblongo-elongatis; latitudine quadruplo longioribus) mit der var. *isophylla* aus den Ofner Bergen, *Erysimum diffusum* var. *latifolium* in der Nähe von Badacsony, *Aconitum Tatrae* galeis elongatis, filamentis glabris foliis pedatis, haud palmatifidis aus den Kalkgegenden der Tátra und von Blatnitza *Arenaria pauciflora* von Bucsecs, *Nonnea pulla* var. *ochroleuca* von Nyiregyháza, *Statice Gmelini* var. *leucantha* von Vésztő, *Asplenium Luerssenii* von Sósmező aus Siebenbürgen und von Guttin.

3. *A. Mágócsy-Dietz* zeigt die aus Selmeczbánya (Schemnitz) von *L. Fekete* eingesandten ausserordentlich gestalteten Kartoffelknollen, in

welchen sich aus dem adventiven Knospen des Hauptknollen mehrere kleinere Knollen bildeten.

4. *J. Klein* zeigt einen Zwillingsapfel.

Sitzung vom 9. Juni 1897.

1. *Árpád Degen* berichtet über die Entdeckung eines Vertreters der für die Flora Europas neuen Gattung *Ainsworthia* Boiss. bei Konstantinopel.

Berichterstatter fand die Pflanze im Juni 1890 an den Abhängen des Bosporus bei Therapia nur in Blüte, später wurde sie von *Aznavour* in Frucht gesammelt. Die Konstantinopler Pflanze steht zwischen *A. cordata* (L.) Boiss. und *A. trachycarpa* Boiss. in der Mitte. Von letzterer ist sie durch die grösseren (4 mm. langen) Früchte, von ersterer durch das rauhe Indument und die mehr getheilten Blätter verschieden; *Aznavour* nennt sie (in litter.) *A. Byzantina*.

Ferner legt *Árpád Degen* *Maw's* «**A monograph of the genus Crocus**» vor und erwähnt bei dieser Gelegenheit, dass *Crocus cancellatus* Herb. var. *Damascena* Herb., eine bisher nur aus Asien bekannte Pflanze, sowohl um Konstantinopel, als auch in Macedonien bei Verdona vorkommt.

2. *Ludwig Simonkai* dissertiert über «**Zwei pyrenäische Pflanzenspecies in unseren südlichen Karpathen**» und über die «**Torminaria latifolia in der Flora unserer Heimat**». Die eine pyrenäische Species ist die *Primula intricata* Gren. Godr., welche von den Pyrenäen durch die Schweiz und Süd-Tyrol bis Montenegro und den Királykő wächst und nach seiner Meinung dieselbe ist, die *Borbás* im Jahre 1888 mit dem Namen *Primula Benköiana* bezeichnete.

Die andere pyrenäische Species ist die *Gentiana brachyphylla* Vill., welche er mit *Schur's* «*Gentiana aorbicularis*» und *Borbás* «*Gentiana Carpatica*» für gleich hält.

Die *Torminaria* betreffend berichtet er, dass man das Genus *Sorbus* in neuerer Zeit in mehrere Genera theilte und auch er erwähnt unter dem Namen *Torminaria latifolia* (Lam.) jenen westeuropäischen Baum, welchen *Lamarck* als *Sorbus* beschrieben und welchen er in unserem Vaterland bisher nur jenseits der Donau fand.

V. Borbás erklärt diesbezüglich, dass der Name *Gentiana Carpatica* im Jahre 1814 von *Kitaibel*, 1892 von *Wettstein* und demnach nicht von ihm herrühre. Die *Primula Benköiana* betreffend bemerkt er, dass es in den Karpathen mehrere unbekannte *Primula* gebe; diese Pflanzen seien aber selten, beschränken sich nur auf ein kleines Territorium und nicht jede käme in die Hand jedes Botanikers, hieraus das Missverständniss. Die Benennung *Pr. Benköiana* hält er auch weiterhin aufrecht und findet sie berechtigt.

3. *Eugen Bernatsky* beschreibt «**Eine dreikeimige Eichel**», welche

er in Ofen, auf dem zum Johannisberger Sommergasthaus führe Fussteig, im Auwinkel fand. Diese Eichel wird durch die drei Wi chen charakterisiert; jedem Würzelchen entsprechen je zwei Keimbl demnach sind also so viel Würzelchen als Keime und Samen und mal so viel Keimblätter in der Frucht vorhanden. Im dreifäche Ovarium der Eiche finden sich sechs Samenknospen vor, von diesen kümmern jedoch gewöhnlich fünf und nur einer wird zum Samen; zufällig weniger Samenknospen verkümmern, entsteht die zwei- bis keimige Eichel. Die Bildung der mehrkeimigen Eichel hängt vom B selbst ab; unter manchen Eichen findet man mehrere, unter an wieder weniger oder überhaupt keine mehrkeimigen Eicheln.

Vortragender bemerkt noch, dass *Vinca herbacea* W. K. var. *folia* Wirzb. in Versecz sich auch noch jetzt vorfindet, ja sogar sich verbreitet.

Sitzung den 13. October 1897.

1. *Ludwig Simonkai* trägt **»Ueber die Ulmen Ungarns«** vor. I zutage werden unter dem Namen der Ulmen zwei Familien verstan nämlich die *Ulmeae* und die *Celtideae*. Ueber die Familie der letz spricht er kurz und erwähnt, dass zwei Arten des *Zelkowa Spach* G heute noch dem botanischen Garten der Budapester Universität zur Z gereichen.

Aus der untergeordneten Familie der *Ulmeae* giebt er die sch tische Uebersicht der hiehergezählten sämmtlichen Genus, bemer dass von den hieher gezählten vier Genus nur eines sicher das I Ungarns verträgt, nämlich das Genus der Ulme. Diese ist eine 16 . zählender und bloss auf der nördlichen Halbkugel gedeihender generi Typus.

Auch die Ulmen selbst zerfallen in drei untergeordnete Ge Das erste Genus ist die Gruppe der immergrünen Ulmen, welche Blüten in der Achselhöhle des Blattes entwickelt. Diese hält in Gärten Ungarns nicht Stand.

Das zweite Genus, die Gruppe der gestängelten Ulmen, ist in Gärten durch mehrere Arten vertreten, und sogar im Freien wächst Art, die *Ulmus pedunculata Fougeroux*.

Das dritte untergeordnete Genus ist die Gruppe der ungestän Ulmen. Auch diese ist seit den ältesten Zeiten bei uns durch me Arten vertreten und auch mehrere ausländische Arten werden kulti Es ist schier zu verwundern, dass die Nomenclatur der europäis sowie der ungarischen Ulmenarten dieser Gruppe noch bis heute lü haft ist. Indem er die Schwierigkeit, welche bei dem Benennen der U arten obwaltet, zu begründen sucht, hebt er das Werk *Dippelh* hervor, in welchem schon (im Jahre 1892) drei mitteleuropäische U arten unterschieden sind. Zu diesen dreien fügt er als vierte die

Pannonica hinzu und rectificiert zugleich die Nomenclatur folgendermassen:

a) *Ulmus campestris Dippel* (L. pro parte = *U. suberosa Mönch.*); diese hat rauhe Blätter, ihre Früchte besitzen einen kurzen Narbencanal.

b) *Ulmus nitens Mönch.* (U. glabra Mill., non Huds.). Deren Früchte ähneln denjenigen der vorigen, doch sind die Blätter an der einen Seite glatt, an der andern meistens in der Jugend drüsig.

c) *Ulmus scabra Mill.* (U. montana With.) Der Narbencanal der Frucht ist lang, so dass es in der Mitte des Kerns oder unter diesem ist; die Blätter sind rauh, drüsenlos, haarig.

d) *Ulmus pannonica Simk.* = *Pannonische Ulme.* Eine südeuropäische Art, welche im Baranyaer Comitat, am Berge Harsány, im Pancsovaer Wald, bei Fiume und Draga wächst. Die Frucht hat einen langen Narbencanal, die Blätter sind drüsig. Es ist die parallele Form der *Ulmus nitens.* Es ist zu vermuthen, dass sie in vielen Gegenden des südlichen Europas gedeiht.

Moriz Staub bemerkt, dass die *Planera Ungeri Ettgsh.* = *Zelkova Ungeri Kováts* zu den verbreitetesten Pflanzen des Tertiärs, besonders des Miocäns gehört. Im Anfange, da nur ihre Blätter aufgefunden worden, wurden sie auf die verschiedenste Weise erklärt; doch wurden sie meistens als Ulmus betrachtet; nur als *Julius Kováts* erst zu Erdőbénye, dann zu Tállya fruchttragende Aeste fand, wurde die wirkliche Art erkannt. Sie stimmt mit der im Kaukasus heimischen *Zelkova crenata Spach.* und der *Planera Richardi Mich.* überein.

In Ungarn war sie sehr verbreitet. Oberes Oligocän: Piller-Peklin (Comitat Sáros). Untere Mediterran-Stufe: Puszta-Szobák (Comitat Baranya), Lőrinczi (Comitat Nógrád). Oberer Mediterran-Stock: Radoboj, Nedelja, Susedin Croatien. Sarmata-Stufe: Czekeháza (Com. Abauj-Torna), Skalamlin bei Rybnik, Jastraba, Mocsár (Com. Bars), Buják, Törincs (Com. Nógrád), Valia Lazuluj (Com. Szatmár), Szerednye (Com. Ung), Erdőbénye, Tállya, Szántó (Com. Zemplén), Bodos (Com. Háromszék). Pontus-Schichte: Dömös (Com. Gran). Levanteer-Schichte: Caplagraben bei Bród (Slavonien).

2. *Balthasar Barna* theilt unter dem Titel **«Beiträge zur Kenntniss der Charrinia diplodiella V. et R.»** mit, dass die Charrinia diplodiella in der Form eines intensiven schwarzen Fleckes an der Beere der Weintraube erscheint und sich weiter verbreitet, ohne dass die Beere übersaftig und fahl würde. Die Perithecien der Charrinia entstehen auch im Freien und wahrscheinlich ist das die überwinternde Form. Diesbezüglich sind aber noch Versuche anzustellen. Die Pycniden kommen am holzigen Theil des Stieles nie vor.

Hierauf zeigt er die von *Dr. Adolf Fanta* in Begleitung eines Briefes geschickte Traube, unter deren überwiegend weissen Beeren an einem Nebenzweige fünf rothe Beeren sich entwickelten. Diese Traube,

welche auf einem Chasselas-Stocke wuchs, stammt aus einem Weinga wo die grünen und rothen Arten vermischt, gesetzt sind. Die zweiart Beeren der Traube sind wahrscheinlich durch Kreuzung entstanden, w wir übrigens schon ein bleibendes Beispiel im Mourillon panachée ha an dessen Trauben schwarze und grüne Beeren vermischt vorkom oder selbst zweifärbige Beeren.

Sitzung den 10. November 1897.

1. *Ludwig Thaisz* theilt unter dem Titel «**Beiträge zur Kennt des Gleditschia-Samens**» hauptsächlich die auf die Kernrinde und Keimen des Kernes bezüglichen Versuche mit.

2. *Carl Schilberszky* spricht unter dem Titel «**Beiträge zur Teratol der Phanerogamen**» über den gigantischen Wuchs, sowie über die Hy trophie einzelner Organe und zählt alle jene Gründe und Umstände welche diese Differenzen der Grösse hervorrufen. Seine diesbezüglichen fahrungen beruhen theilweise auf Beobachtung der natürlichen Verh nisse, theilweise auf Versuchen, welche hiezu angestellt wurden.

3. *Alexander Mágócsy-Dietz* legt eine Arbeit *Ladislaus Holló's* u dem Titel «**Beiträge zur Kenntniss der Pilze Ungarns**» vor, in der er Probe seines noch nicht beendeten grossen Werkes veröffentlicht. In vorgelegten Probe zählt er hauptsächlich die in dem Tieflande gefunde Gasteromyceten und Ascomyceten auf. Auch schöne, für diesen Zw ausgeführte, colorierte Bilder der aufgezählten Arten zeigte er vor.

Sitzung den 9. Dezember 1897.

1. *Alexander Mágócsy-Dietz* legt die in der «Bibliotheca botan erschienene, auf die *Cecropien* bezügliche Abhandlung *Aladár Richters* unter dem Titel: «**Ueber die Blattstructur der Gattung Cecropia, in sondere einiger bisher unbekannter Imbaba-Bäume des tropischen A rikas**». Die Arbeit spricht eingehend über die Structur der Cecrop Blätter, mit besonderer Rücksicht auf die systemologische Bedeutung anatomischen Merkmale und beschreibt vier neue Arten (Cecropia ranyiana, scabrifolia, Radekoferiana, Bureaniana A. Richt.).

2. Derselbe legt die Arbeit *Ladislaus Holló's* vor, in welcher di ausweist, dass die im ungarischen Tieflande häufige *Secotium acumina Montg.* genannte Pilzart mit dem *S. Szabolcsense Hertl.* und *S. Th Schulz.* identisch ist, weshalb man letztere aus der Reihe der A streichen müsse.

3. *Rudolph Francé* zeigt die *präparierten Pflanzen Friedrich Cer* die ihre Form und ihre Farbe mehr oder weniger behalten.

C) Fachconferenz für Chemie und Mineralogie.

Sitzung den 26. Januar 1897.

1. *Stephan Bugarszky* berichtet in seiner «**Beiträge zur Veränder**

der freien Energie bei chemischen Reactionen» betitelten Abhandlung über die Studien, welche er bezüglich der umkehrbaren Reagenzwirkungen einiger quecksilber- und kaliumhältiger Verbindungen gemacht hat.

2. *Emerich Szarvasy* beschreibt in seinem Vortrag unter dem Titel: **«Die Wirkung des Methylalkohols auf Magnesiumnitrid»**, wie er das Magnesiumnitrid darstellte, unter welchen Bedingungen er die Wirkung des Methylalkohols auf diese Körper untersuchte und nennt als ein Product dieser Wirkung das Hydroxylmagnesium-methylat. Er theilt zugleich mit, dass er die bei Wirkung des Magnesiumnitrides auf Methyljodid und des Magnesiums auf Alkohol entstehenden Processe jetzt studiert.

Sitzung den 23. Februar 1897.

1. *Armand Desider Herzfelder* theilt in seinem **«Beiträge zur Wagner'schen Methode»** betitelten Vortrage seine Erfahrungen mit, welche er bezüglich der quantitativen Bestimmung der in Citrat lösbaren Phosphorsäure der Thomas-Schlacke bisher gemacht hat. Seiner Meinung nach ist die Wagner'sche Methode nicht fehlerfrei, da ihre Daten das Quantum der Kieselsäure, des Calciums und des Eisens modificiert.

2. *Eduard Desider László* spricht **«Ueber die Analyse der süssen Weine»** und theilt mit, dass er zur genauen Bestimmung des Glyceringehaltes versuchte, aus dem Weinrest den Zucker in Form eines Sacharates zu entfernen, doch ohne Erfolg. Vortragender äussert sich sehr günstig über das **«Die chemische Untersuchung und Beurtheilung des Weines»** betitelte Werk von *Dr. Carl Windisch*, das um so bemerkenswerther ist, da es mit Rücksicht auf die Bestimmungen des deutschen Weingesetzes geschrieben wurde.

Julius Szilágyi erwähnt in Verbindung mit dem Vortrage, dass er die Methode László's zur Darstellung der Phosphorsäure für sehr gut fand und drückt seine Verwunderung aus, dass die ausländischen Fachleute sie nicht in der Weise beachten, wie sie es verdienen würde.

3. *Ludwig Winkler*, der Ende 1896 von der Redaction der **«Ungarischen chemischen Zeitschrift»** zurückgetreten, macht die Principien bekannt, nach welchen er diese Zeitschrift zu redigieren bestrebt war und theilt statistische Daten über die während der zwei Jahre erschienenen originalen und anderen Veröffentlichungen mit.

Sitzung den 29. März 1897.

1. *Ludwig Ilosvay* theilt eine Abhandlung *Alexander Asbóth's* unter folgendem Titel mit: **«Das Unterscheiden der wirklichen Butter von der künstlichen und eine neue Methode zur Unterscheidung der verschiedenen Fette von einander»**. Der Verfasser empfiehlt zur Feststellung der Qualität der Butter ausser der Bestimmung des Schmelzpunktes, der Verseifungszahl und der Hehner'schen und Reichert'schen Zahl die Bestimmung der Quantität der Ölsäure, was besonders dann von Vortheil ist,

wenn davon die Rede ist, von welcher Qualität die Butter und mit w viel Fett sie gefälscht sei.

Carl Muraközy, Ignatz Pfeifer und *Julius Tóth* bezweifeln, dass d Bestimmung der Ölsäure zur Feststellung der Natur der Fälschung g nügen würde.

2. *Gustav Buchböck* bespricht in seinem Vortrage **«Ueber die G schwindigkeit der hydrolytischen Zersetzung des Carbonylsulfids»**, i welcher Weise sich das Carbonylsulfid in verschiedenen solchen Sal lösungen zersetzt, welche auf dasselbe ohne Wirkung sind.

Derselbe theilt in seinem Vortrag **«Ueber das Molekulargewicl des Ferrocyanæthyls»** mit, dass man mittels der Methode der Depressic des Gefrierpunktes die Molekularformel folgenderweise schreiben müss

$$(C_2H_5)_4[Fe(CN)_6].$$

Stephan Bugarszky hält die Mittheilung der genaueren Einzel heiten der Methode für wünschenswerth.

3. *Emerich Szarvasy* liest **«Ueber das Magnesiummethylat»** u macht die Mittheilung, dass, wenn Methylalkohol und Magnesium unt verschiedenen Umständen unmittelbar aufeinander wirken, unter Hydr genentwicklung Magnesiummethylat entsteht, welches in amorpher od krystallinischer Form entstehen kann und in letzterer Form drei Moleku Methylalkohol enthält.

Sitzung den 27. April 1897.

1. *Mathias Balló* zeigt in seinem Vortrage **«Ueber den Nachwe des Unschlittes in Schweinefetten»** die Schwierigkeiten, mit denen d Nachweisen des Unschlittes im Schweinefett verbunden ist und macht a die Erscheinung aufmerksam, dass das reine geschmolzene Schweinefe beim Erstarren keine Sprünge bekommt, keine Luft in sich schliess während das unschlitthältige Fett, so wie das Unschlitt selbst, Sprün bekommt und viel Luft aufnimmt. Diese Eigenschaft kann man erfol reich dazu anwenden, um das Unschlitt im Fette zu erkennen, es ist sog zu hoffen, dass zwischen der Quantität der verschluckten Luft und de Unschlitt ein Zusammenhang gefunden werden könne, aus welchem m auf die Quantität des zum Fett gemischten Unschlittes genügend sich zu schliessen im Stande wäre.

2. *Ignatz Pfeifer* macht unter dem Titel **«Heizapparate zur Heizu mit Kohlenstaub»** verschiedene Constructionen bekannt, die nicht nur d vorzügliche Eigenschaft besitzen, dass man in ihnen auch Kohlenstau verbrennen kann, sondern auch, dass die Verbrennung mit geringe Verluste verbunden ist und auch die Luft durch weniger Rauch veru reinigt wird.

3. *Emerich Szarvasy* legt unter dem Titel **«Ein neues Arsentelluri** seine im Vereine mit *Carl Messinger* gemachte Arbeit vor. Die Form

der Verbindung ist: As_8Te_3, welche Formel auch durch die Dampfdichtigkeitsdaten unterstützt wird, obgleich ihm das Auffinden der normalen Dampfdichtigkeit nicht gelungen ist.

Die Darstellung des Octarsentritellurides ist hauptsächlich darum interessant, da es auf Grund des zwischen dem Molekulargewicht der bei hoher Temperatur constantesten Verbindungen der Arsen- und Amphidelemente gefundenen ein und desselben Zahlenunterschiedes im vornherein zu erwarten war, dass die Darstellung dieser Verbindung gelingen müsse

Sitzung den 25. Mai 1897.

1. *Carl Messinger* legt seine Abhandlung: «**Natriumthyoselenid und Natriumselenoarsenate**» vor. Das Natriumthyoselenid verwerthete er bei der Darstellung der Selenoarsenate. Er stellte im ganzen 10 Selenoarsenate dar, mit denen die Zahl der bisher bekannten Selenoarsenate vom Natriumarsenat bis zum Natriumselenat 14 ist. In diese Reihe sind auch jene Selenoarsenate aufgenommen, welche statt Oxygen Schwefel enthalten, oder in welchen Oxygen, Schwefel und Selen vorkommt. Er sprach endlich über die Verbindung, die zwischen der Structur, dem Krystallwassergehalt und der Lösbarkeit dieser Salze besteht.

2. *Gustav Melczer* spricht unter dem Titel «**Die krystallographischen Daten des Natriummonoselensulfarsenates**» über das Resultat der krystallographischen Untersuchungen der von *Carl Messinger* zur Verfügung gestellten Salze. Von diesen Salzen fand er nur das Natriummonoselensulfarsenat für genaue Messungen geeignet. Er erwähnte auch die Methoden, nach welchen man für krystallographische Messungen geeignete Krystalle darstellen kann.

Sitzung den 26. October 1897.

1. *Carl Jahn* trägt «**Ueber die Bedeutung des Ammoniumrhodanates für die analytische Chemie**» vor und spricht über die Methode, nach der man das Ammoniumrhodanat statt Hydrogensulfid anwenden kann, und zeigt den Nutzen der Reaction in dem Falle, dass Arsen nachzuweisen ist.

2. *Hermann Frankfurter* referierte über drei Inaugural-Dissertationen:

a) «**Gleichgewichtsstudien**» von *Eugen Beller*. Diese Dissertation befasst sich mit dem Studium der in den Silberoxyd und Natriumchlorid, Mercurioxyd und Kaliumjodid heterogenen Systemen vor sich gehenden Prozesse und zeigt, dass in diesen Fällen die chemische Verwandlung im Sinne des Gesetzes der Massenwirkung vor sich geht.

b) «**Ueber einige neue Reactionen des Carbonylsulfides**» von *Isidor Weiser*. Diese Arbeit handelt von der Wirkung des Carbonylsulfides auf Natriumamalgam, Natriumamin und die aromatischen Amine.

c) Ueber «**Das Gleichgewicht der Schwefelsäure und des Aethylalkohols**» von *Arthur Zaitschek*. Diese Abhandlung befasst sich mit

der umkehrbaren Reaction, die zwischen der Schwefelsäure und dem Aethylalkohol vor sich geht. Er kam zu dem Resultate, dass die Schwefelsäure kein höheres Hydrat als das Trihydrat bilde, dass die Aethylschwefelsäure, so wie auch der Alkohol, kein Hydrat besitzt.

Sitzung den 30. November 1897.

1. *Friedrich Konek* liest unter dem Titel **«Erinnerung an Victor Meyer»** über das Leben und die wissenschaftliche Laufbahn des frühe dahingegangenen Gelehrten.

2. *Béla v. Bittó* spricht in seinem Vortrag **«Ueber den Calcium- und Magnesiumgehalt des Bodens in Ungarn»** von der Rolle des Calciums und Magnesiums im Boden. In Verbindung mit den erwähnten allgemeinen Daten referiert er auch über seine beim Studium des transdanubischen Bodens gemachten Erfahrungen, aus welchen hervorzuheben ist, dass in deren oberen Schichte nicht weniger als 4% *CaO*-Gehalt zu sein pflegt, ferner dass auch der Magnesiumgehalt dieses Bodens zur Deckung des Magnesiumbedürfsnisses der Pflanzen genügt.

3. *Ludwig Winkler*: **«Ueber den Ausdehnungscoëfficienten, die Löslichkeit in Wasser und das Atomgewicht des Argons»**. Besonders beachtungswerth ist seine Beobachtung, dass das Argon unter den bisher bekannten Gasen den kleinsten Ausdehnungscoëffizienten besitzt, dementsprechend der absolute 0° sich etwa um 3° tiefer stellt, als der bisherig berechnete. Erwähnungswerth ist auch, dass das Atomgewicht des Argons 20 ist, und somit im periodischen Systeme die Stelle nach dem Fluor einnimmt.

Sitzung den 28. Dezember 1897.

1. *Joseph Nuricsán* referiert in seinem **«Die Kohlensäurequellen der Rheingegend»** betitelten Vortrage über die Reise, welche er im Frühlinge laufenden Jahres im Interesse der zu Málnás projectierten Kohlensäurefabrik machte. In Deutschland, besonders im Rheingebiete, verdichten schon viele Fabriken natürliche Kohlensäure, dessen Kohlendioxydgehalt 99·9% ist. Auch für einen Fachmann ist die Fondray-Kohlensäurefabrik im Herzogthum Sachsen-Coburg-Gotha überraschend, welche das Kohlendioxyd mit einem Druck von mehr als 16 Atmosphären bekommt, stündlich mehr als 500,000 Kg. Kohlendioxyd zur Verfügung hat und zur Verdichtung als mechanische Kraft den Druck des Kohlendioxyd-Gases selbst verwerthet. Zum Schlusse erörtert er auch das im Eifelgebirge beim Aufsuchen und beim Verdichten des Kohlendioxydes befolgte Verfahren.

2. *Hermann Frankfurter* legt zwei Inaugural-Dissertationen vor, nämlich: **«Ueber die Aquilaja-Rinde»** von *Eugen Flittner* und **«Ueber einige Derivate des Aethyliden- und Benzyliden-Paraanisidin»** von *Paul Scheitz*.

D) Fachconferenz für Physiologie.

Sitzung den 23. Februar 1897.

1. *Géza* von *Mihálkovics* hielt einen Vortrag unter dem Titel «**Spolia anatomica**» über die Assymetrie des menschlichen Körpers, über ein anatomisches Präparat des Falles der Polydactylie, über die Entwicklung des inneren Nasenloches und über die Bewegungen des Handwurzelgelenkes.

2. *Ludwig Thanhoffer* zeigte ein Mikroskop, mit welchem seiner Zeit wahrscheinlich *Johannes Müller* gearbeitet hat.

3. *Ferdinand Klug* zeigt die folgenden Apparate: *a)* ein Perimeter, das die Anwendung spectralen Lichtes gestattet, *b)* einen Apparat zur Anästhisierung von Kaninchen für physiologische Versuche, *c)* einen doppelten Thoracographen, *d)* einen doppelten Froschcardiographen und *e)* einen Apparat zur Veranschaulichung der Athembewegungen der Rippen.

4. *Adolf Szili* spricht «**Ueber die Bewegungsnachbilder**».

5. *Ernst Jendrássik* trägt über bakteriologische Instrumente vor.

6. *Hermann Landauer* «**Ueber die Apparate zur Veranschaulichung der Flimmerbewegung**», ferner weist er einen doppelten Commutator vor.

7. *Alexander Korányi* spricht «**Ueber die intensitilen Veränderungen der Perspiration**» in Folge der durch mangelhafte Function der Nieren sich einstellenden physischen Veränderungen.

III. Die «**Ungarische Geologische Gesellschaft**» hielt im Jahre 1897 sieben Sitzungen, deren Protokolle wir im Folgenden wiedergeben:

Sitzung den 13. Januar 1897.

1. *Heinrich Horusitzky* besprach «**Die Verbreitung des Lösses in Ungarn**». In Ungarn existiert subaërischer und von Wässern aufgehäufter Löss. Er bedeckt ebene und wellige Gebiete; am meisten ist er jenseits der Donau zwischen dem Plattensee, der Donau und der Drau verbreitet, im Norden ist er in den Thälern der linksseitigen Nebenflüsse der Donau aufzufinden. Den Löss kann man nach der Feinheit der Körner und nach dem Kalk- und Sandgehalt classificieren.

2. *Carl Papp* beschreibt unter dem Titel «**Das Fornaer Eocænbecken im Vértesgebirge**» in grossen Zügen die geologische Beschaffenheit dieses Gebirges. Puszta-Forna liegt an der Grenze von Csákvár, in einem 200 Meter hohen, südwärts langsam heruntersteigenden Becken. Die ausserordentlich schönen Petrefacten wurden gelegentlich eines Kohlenschurfes im Jahre 1859 entdeckt; in dem ausgegrabenen Lehm fand *Zittel* 35 Arten. Vortragender liess im Sommer des vorigen Jahres graben und es gelang ihm im Lehm und im Mergel 66 Petrefacten zu consta-

tieren. Diese stimmen mit den im Pariser Grobkalke und im Ronczaer Basalttuff gefundenen überein; von den ungarischen Fundorten ist das Tokoder Braunkohlenbecken am ähnlichsten, dessen 15 Versteinerungen mit denen des Fornaer Beckens übereinstimmen.

Generalversammlung am 13. Februar 1897.

Vorsitzender *Johann Böckh* hebt als hervorragendes Moment des Jahres das Erscheinen der *geologischen Karte Ungarns* hervor, welche ungarische Fachleute und ein ungarisches Kunstinstitut verfertigt haben. Erstattet ferner über den in Budapest abgehaltenen «*Congress für Bergwesen, Hüttenwesen und Geologie*» einen Bericht ab und spricht über die Bemühungen, welchen schon in nächster Zeit die *Erbauung des eigenen Gebäudes des geologischen Institutes* zu danken sein wird; er betont, dass im neuen Palaste des geologischen Institutes auch die Ungarische Geologische Gesellschaft ein Heim finden werde und so die beiden Schwesterinstitut auch in Zukunft Hand in Hand ihre Thätigkeit fortsetzen werden können endlich legt er das eben erschienene zweite Heft des «*Europäischen internationalen geologischen Atlasses*» vor.

Der erste Secretär *Moriz Staub* legt seinen Bericht über die Thätigkeit der Gesellschaft im verflossenen Jahre vor. Das Vermögen der Gesellschaft betrug Ende 1896 19.522 fl. 84 kr., von dem 13.678 fl. 42 kr. das Stammkapital vorstellt.

Für ein Josef Szabó-Denkmal sind 3500 fl. gesammelt worden.

Sitzung den 3. März 1897.

1. *Julius Halaváts* spricht über «**Die geologischen Verhältnisse des Hátszeger Beckens**». Das Becken besteht aus stufenförmigen, sich übereinander erhebenden diluvialen Kieselterrassen, unter deren Seiten der Sandstein der Aquitanzeit und die Conglomerate, der kieselige Sand der Mediterranzeit und die organische Ueberreste in sich schliessenden Lehme der sarmatischen Periode hervortreten.

Béla Inkey, der das Hátszeger Becken ebenfalls gut kennt, bemerkt, dass er die erwähnten sarmatischen Versteinerungen schon vor zehn Jahren gefunden habe; ferner, dass in den diluvialen Kieseln nahezu sämmtliche Gesteine des Retyezát zu finden sind, so z. B. der harte Gneisgranit, hingegen sind die mehr verbreiteten, doch weicheren Schiefer seltener. Er erwähnt endlich, dass die jetzigen Gewässer des Beckens schon zur Zeit des Diluviums vorhanden waren, doch haben sie, wie es an mehreren Stellen nachzuweisen ist, die Bahn ihres Abflusses geändert.

2. *Joseph Loczka* legt «**Das Ergebniss der chemischen Analyse des Pseudobrookites von Aranyhegy**» vor. Dieses Mineral wurde schon öfters analysiert, ohne dass wir deshalb die chemische Zusammensetzung desselben kennen würden. Vortragender schreibt diesen Umstand dem zu, dass der analysierte Stoff einestheils nicht rein war, anderntheils aber in

einer zu geringen Menge zur Verfügung stand. Nachdem Vortragender beide Mängel vermied, machte er die Erfahrung, dass das in ihm enthaltene Mg ein wesentlicher Bestandtheil des Minerals sei, nicht aber eine Verunreinigung, wie man bisher glaubte.

Dr. Alexander Schmidt hält die Behauptung des Vortragenden für nicht genügend begründet, da im Inneren des Stoffes auch Hypersthen vorkommen kann, in welchem Falle die Analyse auf andere Weise interpretiert werden müsste.

Loczka bemerkt hierauf, dass bei den vorhergehenden Analysen wahrscheinlich immer mit verunreinigtem Stoffen gearbeitet wurde, da die Reinigung des Pseudobrookites auf mechanischem Wege sehr schwer ist. Neben dem Mg wiesen jene auch immer Si nach, er fand aber in dem gereinigten Stoffe Si überhaupt nie, doch Mg immer.

3. *Gustav Moesz* spricht **«Ueber den in Körösmező vorkommenden Calcit und Baryt»**. Der Calcit kommt in den Sprüngen des petroleumhältigen Sandsteines, und zwar mit einem skalenoëderigen Habitus vor, dagegen in dem aus der Kreidezeit stammenden Sandstein mit einer rhomboëderigen Entwicklung. An diesem letzteren ist vom Skalenoëder keine Spur zu finden, doch fehlt das Prisma niemals. Auch der Baryt kommt in dem petroleumhältigen Sandsteine vor; seine Krystalle sind auf Grund des Vorherrschens der Hauptspaltungsebene täfelig und blosse Combinationen der gewöhnlichsten Formen.

Sitzung den 7. April 1897.

1. *Béla Inkey* demonstriert auf der im vorigen Sommer von ihm aufgenommenen Karte **«Die geologischen Verhältnisse der Umgebung von Esztergom (Gran)-Nána»**. Die Terrainverhältnisse sind in dieser Gegend höchst abwechselungsreich. Den Lehmboden des Trachittuffes bedeckt grösstentheils Wald, unter diesem aber befinden sich an mehreren Stellen gute Weingärten. Der Boden des Mediterransedimentes ist theilweise ein leichter, sandiger Lehm, theilweise ein ausserordentlich gebundener schwarzer oder röthlicher Lehm, theilweise aber Kiesel. Die Lössböden sind am Hügel und an der Ebene der Terrasse von derselben Beschaffenheit, mit dem Unterschied, dass bei dem Löss der Ebene der obere Boden viel mächtiger und humusreicher ist, als auf dem Berge. Der Boden des Alluviums ist meistentheils sandig, hie und da auch kieselig, doch finden wir auch Alluvien mit mehr oder weniger gebundenem Boden.

2. *Heinrich Horusitzky* spricht **«Ueber die agronomisch-geologischen Verhältnisse der Ortschaften Muzsla und Béla im Graner Comitat»**. Die oro-hydrographischen Verhältnisse dieser Gegend sind ausserordentlich einfach, die höheren Stellen sind nur niedrige Plateaus. An der geologischen Beschaffenheit des Terrains haben das Mediterran, das Diluvium und das Alluvium Antheil. Der rothe, gebundene Lehm des Mediterrans enthält wenig Versteinerungen und nimmt die steileren Partieen der Abhänge ein.

Die diluvialen Gebilde sind entweder Ablagerungen des Wassers (Kie rother lockerer Sandstein, Glimmer, feiner Sand) oder subaërischer L Auch auf diesem Gebiet giebt es Lösse von verschiedener Art. Dies schloss sich ein längerer Ideenaustausch an, an welchem *Ludwig L Béla Inkey* und *Julius Halavâts* Antheil nahmen.

3. *Julius Halavâts* bespricht den in neuerer Zeit gemachten «**Mammuth-Fund bei Eger (Erlau)**», welcher aus einem Stockzahn und aus ein 180 cm. langen, etwa schenkeldicken Hauzahn besteht.

4. *Dr. Moriz Staub* theilt den Brief des Stockholmer Profess *A. G. Nathorst* mit, in welchem er die Nachricht giebt, dass er im sch dischen Rhaeth noch grössere *Ctenis*-Arten gefunden habe, als die v Vortragenden gefundene *Ctenis hungarica*: doch sind diese noch ni veröffentlicht.

Sitzung den 5. Mai 1897.

1. *Dr. Franz Schafarzik* legt eine Abhandlung «**Ueber die Geste des kleinen Eisernen Thores**» vor, in welcher er über den dort vork menden Mikrolingneiss und Quarzit spricht, welche Gesteine auch rumänischen und serbischen Ufer vorkommen. Ferner zeigte er *Ca* aus dem Steierdorfer Ministhal und aus dem Békásmegyerer D steinkalk.

2. *Dr. Theodor Posewitz* legt die *geologische Karte der Kalo Polyána-Gegend* vor. Der in südwestlich-nordöstlicher Richtung sich ziehende krystallinische Schiefer ist grösstentheils Glimmerschiefer nebenbei etwas Chloritschiefer, welche Gesteine auch in Siebenbürgen den angrenzenden Theilen der Bukovina vorherrschen. Diese Gest Breccien, Sandsteine, Kalkschiefer oder dichte Kalksteine füllen so zu sa Höhlungen aus. Am Aufbau des Gebirges nehmen auch die Gesteine Kreide-, Jura-, Eocæn- und Miocænperiode Antheil; in diesen letzt kommt stellenweise auch Dacittuff vor.

3. *Coloman Adda* zeigt aus dem Gürtel der galizischen Karpat ein schönes Exemplar des *Glenodictyum carpaticum* genannten Schwam und den Hauzahn des *Mastodon longirostris*. Indem er auch die auf se im vorigen Jahre gemachten galizischen Reise gesammelten Erfahrun mit wenigen Worten erwähnte, sprach er über das Vorkommen und winnen des *Boryslaver Ozokerites*.

4. *Hugo Böckh* sprach über das in letzterer Zeit durch *Lasp* im Meteoreisen entdeckte Chromsilicat, das «*Kosmochlor*», und zeigte hi sein mikroskopisches Präparat vor.

Sitzung den 3. November 1897.

1. *Dr. Julius Pethő* legte eine Arbeit *Dr. Eberhard Fraas's* Stuttgart unter dem Titel «**Ueber die Ichthyosauren**» vor. Das im sitze der ungarischen geologischen Gesellschaft befindliche Exemplar

Ichthyosaurus quadriscissus Quenst. stammt aus den Holzmadener Schichten des oberen Jura von einem sehr jungen, aber ganz entwickelten Thiere. Seine Länge ist 0·8 Meter. Es ist sehr gut erhalten, besonders die Flossen, sogar die Musculatur und die Haut ist an einzelnen Stellen sichtbar.

2. *Dr. Ludwig Lóczy* legt eine **»Beiträge zur Kenntniss der Megalodon des Obertrias des Bakony«** betitelte Arbeit von *Rudolf Hörnes* aus Graz vor. Bei Gelegenheit des Baues der Raab-Dombovárer Bahn kamen jene Petrefacten an das Tagelicht, welche Hörnes als die folgenden bestimmte: *Megalodus Gümbeli* Stopp., *M. triqueter* Wulf, *M. complanatus* Gümb., *M. gryphoides* Gümb. und *M. Tofanae* Hoern. Ferner erkannte er auch die nahen Verwandten des *Conchodus infraliasicus* Stopp., beziehungsweise *C. Schwageri* Tausch. Am interessantesten sind die drei Exemplare, die den Uebergang zwischen den Megalodontiden und den Chamiden bilden. Hörnes beschreibt diese Form unter dem Namen *Megalodus Lóczyi* als eine neue Art.

3. *Hugo Böckh* bespricht unter dem Titel **»Ein neues Mineral vom kleinen Schwabenberg«** jenen wasserreinen Quarz, den er am Ofner kleinen Schwabenberg in den oberen Schichten des Nummulitkalks in Begleitung des gewöhnlichen gelben Calcites fand. Die Art des Vorkommens ist dem von Carrara ähnlich, doch sind die Krystalle viel kleiner und ihre Combinationen sehr einfach.

4. *Dr. Moriz Staub* legt zwei Abhandlungen von *Dr. Ladislaus Tarler* aus Munkács vor. Der aus dem Biliner Schiefer herrührende Spongiolit nämlich, der schon früher als *Spongilla fluviatilis Turpin* beschrieben wurde, erwies sich auf Grund neuer eingehender Untersuchungen als eine neue Art, welcher der Autor den Namen *Spongilla gigantea* gab.

Die zweite Abhandlung trägt den Titel: **»Ueber die im Schlamme des Plattensee's vorkommenden Spongillanadeln«**. Aus dieser geht hervor, dass die Spongien-Fauna des Plattensee's eine der am gründlichsten erforschten ist. Es sind daraus insgesammt fünf Spongienarten bekannt. Der Verfasser forschte in neuester Zeit in zwei Proben des Plattenseeschlammes nach Spongienüberresten und fand die Spicula der folgenden Arten: *Spongilla lacustris* Lbkn., *Sp. fragilis* Leyd., *Trochospongilla horrida* Welt., *Ephydatia fluviatilis* Lbkn. und *E. Müllеri* Lbkn. Von diesen Arten war bisher die *Trochospongilla horrida* Welt. aus dem Plattensee unbekannt; die beiden *Ephydatia* aber beobachtete man bisher nur im kleinen Plattensee. Es ist wahrscheinlich, dass es als die erste ausgestorbene Art zu betrachten ist.

L. Lóczy bemerkt, dass man bei den im Plattensee gemachten Beobachtungen erfahren hat, dass die Quantität und Häufigkeit der Spongien in den einzelnen Jahren sehr verschieden ist, und so kann es vorkommen, dass man im Schlamme Nadeln von einer in demselben Jahre nicht lebenden Art findet, die aber darum nicht ausgestorben ist.

Julius Fethő bemerkt, dass das Vorkommen von echten fossilen Spongienarten im Schlamme des Plattensee's nicht unmöglich sei.

5. *Dr. Moriz Staub* legt unter dem Titel **«Phytopalæontologische Mittheilungen»** die folgenden Arbeiten vor:

a) Das zweite Heft des ersten Theiles des **«Zur fossilen Flora der Polarländer»** betitelten Werkes von *G. A. Nathorst*, welches die mesozoische Flora Spitzbergens beschreibt.

b) R. Zeiller, Professor an der École nationale supérieure des Mines in Paris, benachrichtigt in seinem Briefe vom 31. August 1897 den Vortragenden, dass er aus der von ihm verfassten und ihm zugeschickten Abhandlung über die **«Ctenis hungarica»** erfuhr, dass die neue Art auch in der Sammlung der École des Mines vorhanden ist, wohin es vor einigen Jahren von Stájerlak gebracht wurde.

Sitzung den 1. December 1897.

1. *Dr. Ludwig Ilosvay* trug **«Ueber die chemische Analyse des Plattenseewassers»** vor. Vortragender analysierte das an vier Stellen des Plattensees geschöpfte Wasser. Diese Stellen sind: Tihany, Siófok, Kenese und Balaton-Berény. Das Wasser enthält wenig aufgelöste Stoffe und ist ein zu den alkalischen, erdmetallhältigen Wassern gehörendes Mineralwasser; seine basische Wirkung ist besonders dann auffällig, wenn es concentriert ist. Die Quantität der alkalischen Metalle (K und Na) ist circa 17%, die der alkalischen Erdmetalle (Ca und Mg) aber 70%; bei Balaton-Berény ist der K- und Na-Gehalt geringer, der Mg-Gehalt grösser, doch ist die Quantität des Sulfates und des Cl viel geringer, als an den übrigen Stellen. Diese Veränderung am genannten Orte kann man der Einmündung des Zala-Flusses in den See zuschreiben. In dem in der Nähe des Schilfes geschöpften Wasser ist das CO_2 mehr, so auch in der Tiefe bei der Tihanyer Ueberfuhr, was von den vielen sich zersetzenden Pflanzenstoffen herrühren kann. An der Oberfläche des Wassers ist der absorbierte O-Gehalt geringer als im Schilfe, was wieder dadurch verständlich wird, dass an der Oberfläche die Oxydation lebhafter vor sich geht. Wenn wir das Wasser des Genfer, Züricher und Gmundener See's mit demjenigen des Plattensee's vergleichen, so ist in jenen der fixe Rückstand viel geringer und der Kieselsäuregehalt geradezu verschwindend neben demjenigen des letzteren. Der grössere Cl-Gehalt des Wassers kann nicht nur der Auslaugung, sondern auch dem zugeschrieben werden, dass jene Seen von dicht bewohnten Gegenden umgeben werden.

2. *Dr. Alexander Schmidt* zeigt in seinem Vortrage unter dem Titel **«Die praktische Anwendung der Kugel in der Krystallberechnung»** die von *Buchanan* zuerst empfohlene Kugel und der darauf anwendbaren Metrosphære.

Vortragender erklärt, wie man mit Hilfe dieses Apparates an der Kugel die verschiedenen krystallographischen Probleme graphisch lösen

kann; so z. B. durch zwei gegebene Punkte den grössten Kreis ziehen, oder die Entfernung dieser beiden Punkte abmessen, oder durch den gegebenen Punkt eines grössten Kreises einen anderen grössten unter einem Winkel ziehen. Viel wichtiger ist die sogenannte centrale Darstellung der Krystalle und die Darstellung der Kugelprojection eines Krystallpolyeders. Bei der centralen Darstellung denken wir die Krystallebenen mit sich selbst parallel verschoben, bis sie durch das Centrum der Kugel gehen; die Flächen durchschneiden die Oberfläche der Kugel in grössten Kreisen und die Neigung derselben zu einander ist dieselbe, als diejenige der Krystallflächen. Zwei solcher Kreise durchschneiden einander im Durchmesser, welcher mit den Kanten der Flächen parallel ist; die Neigung zweier Durchmesser aber giebt die Neigung der entsprechenden Kanten des Krystalles. Wenn wir mit der Darstellung der Kugelprojection fertig sind, können wir einfach auf graphischem Wege rechnen; die erreichbare Pünktlichkeit ist $^1/_2$—$1^1/_2°$, was zur ersten, raschen Orientierung genügt. Zur Construction der Krystallnetze, wobei wir die Neigung der in der Ebene der Flächen liegenden Krystallkanten zu einander kennen müssen, kann der Apparat auch benützt werden.

3. *Alexander Kolecsinszky* legt seine Abhandlung unter dem Titel **«Die Untersuchung des rohen Petroleums des Karpathengürtels»** vor. Er machte im Allgemeinen die Erfahrung, dass das specifische Gewicht des lichteren Petroleums kleiner ist und dass das specifische Gewicht auch mit der Tiefe abnimmt, doch nicht nach einem bestimmten Gesetze. Aus den leichten rohen Ölen gewinnt man mehr brennbare Öle. Vortragender legt das Ergebniss in Tabellen zusammengestellt vor, ausserdem auch das Ergebniss der Vergleichung mit den wichtigeren, besondere den galizischen Ölen.

4. *Julius Halaváts* trägt **«Ueber die paläozoischen Ueberreste von Domahida»** vor. Zu Domahida (Com. Szatmár) wurden im Kraszna-Canal in einer Tiefe von $3^1/_2$ Meter Mammuthüberreste gefunden. In demselben Canal, doch an einem etwas höher gelegenen Orte, ist ein gelblicher und unter diesem ein blauer Lehm. Aus dieser Ablagerung wurden die Ueberreste der folgenden Thiere ausgegraben: *Bison priscus*, *Rhinoceros antiquus*, *Equus caballos*, *Hyaena spaelea* und *Castor fiber*, welcher letztere besonders darum interessant ist, da es der zweite im Diluvium Ungarns gefundene Biberüberrest ist.

Hierauf legt *Moriz Staub* den I. Band 10. Heft des Chicago Academy of Sciences Bulletin vor, in welchem W. K. Higley über die Mammuth-Knochen berichtet, die im Frühjahre 1878 bei Spokane, im südöstlichen Theil von Washington gefunden worden sind. Aus diesen Knochen konnte man ein ganzes Exemplar zusammenstellen, das jetzt im Museum der Akademie aufgestellt ist. Es ist 13 englische Fuss hoch und ist also von den bisher bekannten das grösste, da das St.-Petersburger Exemplar 9 Fuss 3 Zoll hoch ist.

5. *Dr. Ludwig Lóczy* zeigt eine in dem Sand der Guttmann'schen Ziegelei (an der Grenze von Szt.-Lőrincz bei Budapest) gefundene eigenartige Concretion, welche um eine verkohlte Baumwurzel sich bildete. *Julius Halaváts* glaubt, dass dieser Sand in die Pontus-Etage gehört; *Dr. Moriz Staub* aber bemerkt, dass dieser fossile Ueberrest, nach seiner Form zu urtheilen, auf die kniefőrmigen Wurzeln des im Tertiär sehr verbreitet gewesenen *Taxodium distichum* Rich. erinnert.

IV. Die **«Medicinische und Naturwisssenchaftliche Classe des Siebenbürger Museumvereines»** hielt im Jahre 1897 Sitzungen, deren Protokolle wir im Folgenden wiedergeben:

Sitzung den 2. April 1897.

1. *Dr. Stephan Apáthy* zeigt einen *neuartigen Messerhálter* für ein Schlittenmikrotom, welcher in mehreren Beziehungen besser ist als die bisher empfohlenen.

2. Derselbe zeigt in mikroskopischen Präparaten das *Centosoma* in mehreren solchen Zellenarten, in welchen es bisher nicht beobachtet wurde, oder in welchen es nach der Theorie mehrerer berühmter Forscher gar nicht vorkommen könnte. Die gezeigten Zellen sind die folgenden: Die rothen Blutzellen eines Salamanders, die Knorpelzellen eines Triton, verschieden grosse Eier aus Eierstöcken von Kaninchen, ebensolche von Branchellion und Branchiobdella.

3. Derselbe zeigt noch endlich *Eier aus Eierstöcken von Branchellion und Branchiobdella*, an denen deutlich zu sehen ist, dass in der Monastroidenphase in den Eiern des Branchellion nur vier (kugelförmige), in denen der Branchiobdella nur sechs (kurze, stäbchenförmige) Chromosomen vorkommen, in so geringer Zahl also, als sie (vier resp. zwei) bisher nur im Ascaris megalocephala beobachtet wurden.

4. *Dr. Julius Szádeczky* sprach über **«Die chloritoidigen Fillite aus Szurduk (Comitat Hunyad)»** und zeigte Fillite aus der Sammlung des Siebenbürger Museumvereines, in welchen er ein in Ungarn bisher unbekanntes Mineral, nämlich Chloritoid, in grosser Menge fand. Die Chloritoide bilden blätterige, strahlige Knollen mit vielfachen Zwillingsgebilden nach der Fläche der Basis.

Das Gestein, in welchem diese interessanten Minerale vorkommen, ist theilweise sericitiger, theilweise quarzitiger, theilweise aber lehmiger Fillit. In einzelnen Exemplaren ist das Chloritoid so reich vorhanden, dass wahrhaftige Chloritoidschiefer zu Stande kamen.

5. *Dr. Franz Koch* legt eine Arbeit von *Andreas Orosz* unter dem Titel **«Beiträge zur Palæoanthropologie Siebenbürgens»** vor. Der Verfasser zählt die seit einigen Jahren entdeckten prähistorischen Fundorte Sieben-

bürgens, nämlich: 1. den Méraer, 2. Szucságer, 3. Bács-Toroker, 4. Kolozsvár-Kővárer, 5. Kolozs-Monostorer, 6. Szamosujvárer, 7. Csomafájaer, 8. Szamosfalvaer, 9. Kuduer, 10. Kaczkóer, 11. Széker, 12. Szék-Vicekuter, 13. Szent-Egyeder, 14. Szelicseer, 15. Tordaer (im «Tordai hasadék»), 16. Tordai-hasadék-Hegyeskőer und 17. Túr-Koppánd-hasadéker Fundort.

6. Derselbe legt eine Abhandlung *Gabriel Teglás's* unter dem Titel **«Die palæontologischen Daten meiner an dem östlichen Abhange des Ruszka-Pojána-Gebirges und im Kalksteingürtel des Siebenbürger Erzgebirges gemachten Forschungen»** vor.

Der Verfasser giebt an, dass seine in den westlichen und südlichen Grenzgebirgen des Siebenbürger Beckens seit dem Jahre 1878 gemachten Höhlenforschungen schon in so vielen Beziehungen seine Aufmerksamkeit und sein Interesse fesselten, dass er erst jetzt in die Lage kommt, die palæontologischen Ergebnisse der in den Höhlen gemachten Grabungen zusammenfassend, sie seinen Fachcollegen mitzutheilen; die systematische Monographie der Höhlen selbst muss er für spätere Zeiten lassen.

In dem Kalksteingürtel des Ruszka-Pojána-Gebirges erforschte er die Nándorer Höhlengruppe in der Nähe von Déva. Im Gürtel des Erzgebirges erforschte er insgesammt 33 grössere und 19 kleinere Höhlen.

Wenn man die Bedeutung der Orte von rein palæontologischem Standpunkte erwägt, so muss der Verfasser vor Allem constatieren, dass weder die zum Ruszka-Pojána-Gebirge zählende Nándorer Höhle, noch eine der im Gürtel des Erzgebirges gefundenen zahlreichen Höhlen zu den Knochenhöhlen gerechnet werden könne, dass sie sogar überhaupt für die diluviale Fauna sehr wenig Daten liefern. In diese kleine Gruppe zählen: der schottische Urhirsch (Cervus megaceros), das wollige Rhinoceros (Rhinoceros tichorhinus) und die Höhlenhyäne (Hyæna spelæa). Die übrigen Thierüberreste stammen von Thieren her, die mit den Menschen der Neolithzeit zu einer Zeit lebten.

Sitzung den 25. Juni 1897.

1. *Dr. Julius Szádeczky* sprach **«Ueber die Danker Erdrutschung»**. An der Grenze von der Gemeinde Dank, im Kolozser Comitat, rutschte am 14. April und den darauf folgenden Tagen ein Gebiet von 200 Joch, ¾ Theil der Grenze, von seiner Stelle und riss auch den südwestlichen Theil des Ortes mit. Zwei Häuser wurden gänzlich vernichtet, während achtzehn Häuser und die Kirche stark beschädigt wurden.

Die Verschiebung in horizontaler Ebene ist verschieden: der Vicinalweg entfernte sich mit 21 M. von seiner ursprünglichen Stelle, an andern Stellen aber ist die Verschiebung eine kleinere. Auch die Bewegung in verticaler Richtung ist ungleich: das Bett des am Thalesgrund fliessenden Baches, bei dem die Rutschung endet, hob sich mit 5—6 Meter. In Folge der stellenweise sehr dicht, in einer Entfernung von je einem Meter erfolgten Rissen ist das Gebiet auf einige Zeit unbenützbar.

Das von seiner Stelle gerückte Stück Erde besteht aus zu den Forgácskuter Schichten gehörendem, verschiedenfarbigem Lehm, Sandstein und einzelnen Kalkstein- und Braunkohlenschollen. Die eingehenden geologischen Untersuchungen ergaben, dass hier in vergangenen Zeiten viel grössere Umlagerungen, stufenweise Krümmungen und Senkungen vorkamen, denen theilweise auch die Ausbildung des Thales zuzuschreiben ist.

2. *Dr. Julius Vályi* legt eine **«Ueber das Pascal'sche Sechseck»** betitelte Arbeit *Dr. Leopold Klug's* vor.

3. *Dr. Anton Ábt* legt zwei experimentalphysikalische Abhandlungen vor: eine **«Ueber den remanenten magnetischen Zustand der verschiedenen Stahlsorten im Verhältnisse zu einander, zum Magnetit und zum Nickel»** und eine andere **«Ueber den remanenten magnetischen Zustand des Hæmatites»**.

Aus den für die Untersuchung bestimmten Stoffen liess er 14·6 cm lange Prismen mit einem Querschnitt von 1·4 cm^2 anfertigen, härtete die Stahlprismen und magnetisierte sie einzeln mittels Stromes in einem geeigneten Solenoid, während er die Intensität des magnetischen Raumes eines jeden Stoffes bis dahin steigerte, dass es das Maximum des remanenten magnetischen Zustandes des Stoffes erreichte. Aus den beobachteten Abweichungen und dem Gewichte der Prismen berechnete er den entsprechenden specifischen magnetischen Zustand. Die Resultate sind die folgenden:

Der raffinierte Tiegelstahl, zu dem auch der Diamantstahl und der Wolframstahl gehören, nehmen den grössten remanenten Magnetismus an; besonders steht das vom Rémy'schen Wolframstahl, der auch den remanenten magnetischen Zustand des Moraviczaer Magnetites übertrifft.

Der remanente magnetische Zustand des Nickelstabes war bei kleineren magnetisierenden Kräften immer grösser, als der magnetische Zustand des Stahles und des Magnetites, doch bei grösseren magnetischen Kräften übertraf in Hinsicht des remanenten Magnetismus der Stahl immer den Nickel.

Zwei Stück Limonite zeigten einen ausgesprochenen remanenten magnetischen Zustand, doch der untersuchte Chalkopyrit zeigt auch bei einem Strome von 44 Ampère keinen remanenten magnetischen Zustand.

4. *Dr. Rudolf Fabinyi* zeigte das Syringin, einen neuen Färbestoff, der die Eigenschaften des Weichselfärbestoffes besitzt.

SITZUNGSBERICHTE

DER

«MATHEMATISCH-PHYSIKALISCHEN GESELLSCHAFT» (MATHEMATIKAI ÉS PHYSIKAI TÁRSULAT).

1895.

Sitzung den 28. November. *Dr. Joseph Kürschák:* «Die Pole der analytischen Functionen» (I. Theil). — *Dr. Eugen Klupáthy:* «Experimente mit der Töpler'schen 20-plattigen Influenzmaschine».

Sitzung den 12. December. Bericht über das Ergebniss der II. Schüler-Preisbewerbung und Vertheilung der Preise. — *Alexander Kalecsinszky:* «Berthelot's Calorimeter und calorimetrische Bombe». — *Dr. Joseph Kürschák:* «Die Pole der analytischen Functionen» (II. Theil).

1896.

Sitzung den 16. Januar. *Dr. Eugen Klupáthy:* «Ueber Röntgen's Photographien». — *Dr. Emanuel Beke:* «Die Irreductibilität ganzer Functionen».

Sitzung den 30. Januar. *Dr. Emanuel Beke:* «Die Irreductibilität ganzer Functionen» (I. Theil). — *Dr. Eugen Klupáthy:* «Ueber Röntgen's Photographien» (2. Vortrag).

Sitzung den 13. Februar. *Dr. Emanuel Beke:* «Die Irreductibilität ganzer Functionen» (II. Theil).

Sitzung den 27. Februar. *Dr. Joseph Suták:* «Ueber die singularen Integrale der Differentialgleichungen ersten Ranges» (I. Theil). — *Dr. Eugen Klupáthy;* «Eine neue elektrische Projectionslampe».

Sitzung den 12. März. *Dr. Joseph Suták:* «Ueber die singularen Integrale der Differentialgleichungen ersten Ranges» (II. Theil). — *Dr. Carl Kis:* «Eine neue Photographielampe zur Anfertigung von Röntgen'schen Photographien».

Sitzung den 26. März. *Heinrich Hornischek:* «Ueber die Bewegung gesetzmässig sich verändernder Systeme». — *Dr. Moritz Hoor:* «Die magnetischen Kreise, mit besonderer Rücksicht auf die Anfertigung beständiger Magnete».

Sitzung den 9. April. *Ferdinand Gruber:* «Zur Theorie des Fermat'schen Congruenzsatzes». — *Franz Wittmann:* «Ueber die Erscheinungen der wechselnden Ströme».

Sitzung den 23. April. *Ferdinand Gruber:* «Zur Theorie des Fermat'schen Congruenzsatzes». — *Dr. Joseph Iszlay:* 1. «Ein Laboratoriumtransformator für Ströme von mittelmässiger Spannung, mit einem Stromunterbrecher von neuer Construction.» 2. «Verbesserung an den Rheostaten von kleinen Dimensionen.» 3. «Amerikanischer elektrischer Schmelzofen für hohe Temperaturen.»

Sitzung den 26. November. Bericht über das Ergebniss der dritten mathematischen Schülerpreisbewerbung und Austheilung der Preise. — *Dr. Joseph Suták:* «Ueber die Divisoren der algebraischen Functionen».

Sitzung den 10. December. *Dr. Isidor Fröhlich:* «Ueber die zu Ehren Lord Kelvin's in Glasgow veranstalteten Feierlichkeiten». — *Gustav Rados:* «Ueber die arithmetischen Eigenschaften analytischer Functionen». — *Dr. Joseph Iszlay:* «Das Durchleuchten der Körpertheile mittels Röntgenstrahlen».

1897.

Sitzung den 14. Januar. *Joseph Iszlay:* «Die Durchleuchtung von Körpertheilen mittels Röntgenstrahlen». — *Maurus Réthy:* «Ueber das Hamilton'sche Princip und das Princip der kleinsten Wirkung».

Sitzung den 4. Februar. *Maurus Réthy:* Fortsetzung des letzten Vortrages.

Sitzung den 18. Februar. *Maurus Réthy:* «Ueber das Princip des kleinsten Zwanges».

Sitzung den 1. März. *Wilhelm Csillag:* «Graphische Lösung der linearen Gleichungssysteme».

Sitzung den 18. März. *B. Roland Eötvös:* «Ueber die Bestimmung der Pole von Magnetstäben». — *Desider Pekár:* «Einige neuere Apparate des physikalischen Instituts der Universität».

Sitzung den 1. April. *Joseph Suták:* «Ueber die Bestimmung der Verzweigungspunkte Riemann'scher Flächen.

Sitzung den 29. April. *Joseph Kürschák:* «Ueber die Theorie der ganzen Functionen».

Sitzung den 18. November. Resultat der vierten mathematischen Preisbewerbung von Mittelschulabiturienten und Vertheilung der beiden Eötvös-Preise. — *Julius König:* «Zur Theorie der bestimmten Integrale».

Sitzung den 2. December. *Joseph Kürschák:* «Ueber das reguläre Zwölfeck». — *Rud. v. Kövesligethy:* «Bestimmung der Gestalt und Grösse der Erde aus an einem Punkte angestellten Mondbeobachtungen».

Sitzung den 16. December. *Nicolaus Szijártó:* «Ein Lehrsatz aus der Theorie der Krümmung». — *Gustav Rados:* «Zur Theorie der orthogonalen Substitutionen». — *Julius König:* «Ueber Krümmungsradien» (mittlere Krümmung). — *Joseph Kürschák:* «Bemerkung hiezu». — *Rud. v. Kövesligethy:* «Ueber die specifische Wärme gasförmiger Weltkörper». — *Isidor Fröhlich:* «Wiedemann's Jubelband».

BERICHTE

ÜBER DIE THÄTIGKEIT, DEN VERMÖGENSSTAND, DIE PREISAUSSCHREIBUNGEN U. S. F.

DER UNGARISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN UND DER KÖN. UNG. NATURWISSENSCHAFTLICHEN GESELLSCHAFT.

I. Ungarische Akademie der Wissenschaften.

Anianus Jedlik.

(Zum Gedächtniss.)

Auszug aus der Gedächtnissrede, gehalten vom Präsidenten der ungar. Akademie der Wissenschaften, *Dr. Roland Baron Eötvös*, in der Sitzung vom 9. Mai 1897.

Von *Anianus Jedlik*, seinem ruhig dahinfliessenden, beinahe hundert Jahre währenden Leben, und seiner im Dienste der ungarischen Wissenschaft entwickelten Thätigkeit, von seinen glänzenden Eigenschaften und seinen Schwächen will ich hier sprechen; nicht in preisenden, aber, nach meiner Ueberzeugung, gerechten Worten, damit wir unserer Pietät für ihn Ausdruck verleihen und aus dem Beispiel seines Lebens auch wir unsere Lehre ziehen können.

Er gehörte nicht zu den Grossen der Nation, wie die meisten von denjenigen, an die wir uns bisher an den Festsitzungen unserer Akademie erinnert haben, wenigstens nicht in dem Sinne, in welchem wir dieses Epitheton zu gebrauchen pflegen. Durch hervorragende patriotische Thaten hat *Jedlik* die Aufmerksamkeit seiner Zeitgenossen gewiss nicht auf sich gelenkt; sein Patriotismus war nicht exceptionell, nur eben derjenige, wie man ihn, Gott sei es gedankt, bei Millionen von Söhnen der Nation findet. Er äusserte sich nicht in auffallenden Thaten und lauten Worten, er war verborgen in der Tiefe seines Herzens, wie die, nach dem Gesetze der Natur von der Mutter ererbte Gabe; doch als es nothwendig war, in den grossen und schweren Zeiten, erwachte er doch aus seinem scheinbaren Traum zum Selbstbewusstsein und zur That.

Auch in *Jedlik's* Leben gab es eine Zeit, wo die Sorge um das Schicksal der Nation jeden anderen Gedanken, die Pflicht des Patrioten jede andere Thätigkeit in den Hintergrund drängte.

Es war damals, als er im Jahre 1848 am 15. März, als Dekan der philosophischen Facultät an der Universität Pest, die folgenden Worte in sein Tagebuch schrieb: «Jedermann fühlt es, dass inmitten solcher Bewegungen weder die Professoren, noch die Hörer der Universität gleichgiltig bleiben können.» Später trat der Gelehrte und Mönch in die Nationalgarde ein, und noch später, zur Zeit der Unterdrückung, als man diese mit scheelen Blicken betrachtete, fand er Mittel, die ungarischen Jünglinge ungarisch zu unterrichten.

Nach Ablauf der Gefahr kehrte er, nach seinen eigenen Worten: in den «gleichgiltigen Zustand» zurück, und vollbrachte seine täglichen Pflichten regelmässig und mit Hingebung.

So einfach, wie er selbst, war auch sein Patriotismus, nicht ein auf besondere Auszeichnung berechtigendes Verdienst, sondern nur das Erfüllen der Pflicht und doch, in den Herzen von Millionen vervielfältigt, die grösste Garantie für das Fortbestehen und Aufblühen einer Nation.

Seine hervorragenden Verdienste müssen wir auf einem anderen Felde, auf dem Felde der wissenschaftlichen Thätigkeit, suchen.

* * *

In kurzer Zeit beschliessen wir das Jahrhundert, in dessen ersten Tagen *Jedlik* geboren wurde. In der Culturgeschichte der Menschheit ist es ein Jahrhundert von grosser Bedeutung, in welchem nach den Kämpfen der vergangenen Jahrhunderte die endlich ihrer Fesseln entledigte Gedankenwelt in jeder Richtung ihre Kraft entwickeln konnte, und insbesondere die Naturwissenschaften mehr fortgeschritten sind, als bisher im Laufe der Jahrtausende.

Die Geschichte Ungarns und die Sprachwissenschaft, die Rechts- und Staatswissenschaften, welche in engerem Zusammenhang mit dem nationalen Leben stehen, haben auch bei uns schon früher das Bürgerrecht erworben, die Naturwissenschaft jedoch konnte, wenigstens noch in der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts, kaum Wurzel fassen auf dem Boden unserer Cultur; und die Wenigen, welche sie dennoch betrieben, fern von der wissenschaftlichen Atmosphäre des Auslandes, ohne Hilfe von Seite ihrer Umgebung, vollbrachten in der That die schwere Arbeit der Bahnbrecher. *Jedlik* verfolgte auch, auf sich selbst angewiesen, seinen eigenen Weg, und trotzdem schritt er, nicht nur einmal, in den Fussstapfen jener grossen Erfindungen, welche den Ruhm des Jahrhunderts ausmachen. Er suchte viel und fand viel, allein da er es nicht selbst verkündete, nahmen es seine Mitbürger nicht wahr, und das Ausland sah seine Erfindungen nicht; desshalb finden wir seinen Namen in der wissen-

schaftlichen Litteratur des XIX. Jahrhunderts nicht in den Reihen der Erfinder.

Dasjenige, was die Welt, weil sie es nicht gewusst hat, nicht thun konnte, das wollen wir thun. Schreiben wir seinen Namen zu seinen Werken.

* * *

Jedlik wurde im Jahre 1800 am 11. Januar in Szimő, Komorner Comitat, als der Sohn von Landleuten geboren. In der Taufe erhielt er den Namen: Stephan. Das Lesen und Schreiben lernte er in der Schule seines Dorfes und setzte dann seine Studien im Gymnasium von Steinamanger und später in Pressburg fort. Nach Beendigung des damals sechsklassigen Gymnasiums, trat er im Jahre 1817 unter die Zöglinge des Ordens vom heiligen Benedict, und erhielt dort den Namen Anianus (ungarisch Ányos). Das Jahr 1818 brachte er schon in Pannonhalom (Martinsberg) zu.

Dies war der entscheidende Schritt seines Lebens: der Beginn nicht nur seiner wissenschaftlichen Laufbahn, sondern auch seiner individuellen Gestaltung und der Entwickelung seines Charakters. Denn trotzdem wir es nicht bezweifeln können, dass die Gewohnheiten des elterlichen Hauses und die kleinen Ereignisse der dort verlebten Kinderzeit sich noch in seinem Alter in manchen persönlichen Eigenheiten wiederspiegelten, zeigen doch diejenigen wichtigen Eigenschaften seines Charakters, welche ihn der Erinnerung der Nachwelt würdig machen, die Züge der von ihm freiwillig gewählten Familie des ungarischen Benedictinerordens. Der unerschütterliche Glaube an Gott, die Liebe zur Wissenschaft, der unermüdliche Fleiss des Lehrers, sein für die Leiden seiner Mitmenschen empfängliches gutes Herz, die uneigennützige Vaterlandsliebe sind alles Züge, die sich bei *Jedlik* aus den traditionellen Gewohnheiten seines Ordens entwickelt und gekräftigt haben. Aus seinem Leben als Mönch stammt indessen auch ein Fehler, die ängstliche Verschlossenheit, welche ihn daran hinderte, dass er durch die Berührung mit anderen seinen wissenschaftlichen Gesichtskreis erweitert, und andere wieder durch seine Wissenschaft bereichert hätte.

Seit seinem Eintritt in den Benedictinerorden kam in *Jedlik's* Leben kein solches Ereigniss vor, welches seinem Leben eine neue Richtung gegeben hätte. Zuerst lernte, dann lehrte er an den Schulen seines Ordens; im Jahre 1840 nahm er an der Pester Universität den Lehrstuhl für Physik ein; für welchen er seine Befähigung, nach der damaligen Sitte, erst durch eine Concurrenzprüfung beweisen musste.

Auf diesem Lehrstuhl wirkte er bis zum Jahre 1878, dann zog er sich in die Ruhe des Raaber Benedictinerhauses zurück.

Bei diesem regelmässigen Lebenslauf konnten auch die regelmässigen Auszeichnungen nicht ausbleiben. Die philosophische Facultät der

Pester Universität wählte ihn im Jahre 1848 zu ihrem Dekan und im Jahre 1863 wurde er zum Rektor der Universität gewählt. Se. Majestät zeichnete ihn im Jahre 1867 mit den Titel eines königlichen Rathes aus, und 1878, als er in den Ruhestand trat, verlieh er ihm den Eisernen Kronenorden III. Classe. Die ungarische Akademie der Wissenschaften wählte ihn im Jahre 1858 in die Reihe ihrer correspondierenden- und 1873 in die ihrer Ehrenmitglieder.

So wie sein äusseres Leben ohne Stürme, in friedlicher Einförmigkeit dahinfloss, so wohnte in der Tiefe seines Innern Friede und ruhige Gleichmässigkeit. Diejenigen Falten, die wir auf seinem kindlichen, Unschuld und Neugierde wiederspiegelnden Antlitz von Jahr zu Jahr tiefer sich furchen sahen, waren nicht die Spuren der Leidenschaften und Sorgen, sondern die Falten des fortwährend suchenden, angestrengten Denkens.

Ein so einfaches Leben ohne Abwechslung, welches dabei so lange dauert, würden viele langweilig finden, *Jedlik* hat sich indessen nie gelangweilt.

Ein Ordensbruder fragte ihn in den letzten Jahren seines Lebens «warum er sich gerade die Physik zum Gegenstand seines Studiums gewählt habe, warum nicht z. B. die Theologie, welche sich mit den erhabensten Dingen befasst?» Da antwortete er: «Siehe, ich hätte in jedem Zweig der Wissenschaft viel Schönes lernen können, allein in der Physik lerne ich und unterhalte und ergötze ich mich zugleich.»

Nicht die Physik, welche demjenigen, der sich mit ihr beschäftigt, nur ebensoviel ergötzt, als jede andere Wissenschaft auch, sondern sich selbst charakterisierte dadurch, dass der damals schon beinahe hundertjährige Gelehrte in seiner Wissenschaft noch immer Unterhaltung und Ergötzung fand.

Nach diesem, seinem eigenen Geständnisse, wollen auch wir es versuchen, seine wissenschaftliche Individualität zu charakterisieren, um seine Bemühungen und seine Erfolge besser zu begreifen.

Jedlik vollendete seine höheren Studien in der Schule der Benedictiner; nach deren Bestimmungen und den Ansprüchen der damaligen Zeit entsprechend, studierte er viel Theologie, und nebenbei auch ein wenig Physik. Von Theologie gerade soviel, um in den Satzungen seines Glaubens bestärkt zu werden, von der Physik gerade genug, um in ihm das Verlangen zu erwecken, noch mehr zu wissen. Dieser Wissensdrang bewog ihn jedoch nicht die Endursachen zu ergründen, für welche er in seinem Glauben eine vollkommene Befriedigung fand, sondern nur dazu, um in dem detaillierten Erkennen der Naturerscheinungen eine Ergänzung dafür zu suchen. Seine Philosophie war sehr einfach:

Gott hat diese Welt mit seiner eigenen reichen Abwechslung und seiner bewunderungswürdigen Ordnung erschaffen, und weil diese Welt schön ist, und ihre Schönheit in um so wunderbareren Bildern vor unseren Augen entrollt, je mehr wir sie in ihren Einzelnheiten prüfen, dess-

halb kann es kein grösseres Vergnügen für den Menschen auf Erden geben, als die Naturerscheinungen bis in das Kleinste zu erforschen. Dies war die Unterhaltung und der Genuss, welchen ihm die Physik bereitete. Die sich drehende Magnetnadel, die zitternde Metallfeder, die auf der Oberfläche des Quecksilbers hingleitende Welle, das mit dem Glitzern auf den Flügeln der Schmetterlinge wetteifernde geschliffene Glasgitter, den mächtigen elektrischen Funken konnte er Stunden, Tage, Jahrzehnte hindurch mit Entzücken beobachten. Die Frage «wesshalb?» interessierte ihn blos in zweiter Reihe. Er wusste, dass die Antwort, welche er auf dieser Welt darauf finden könne, ihn nur zu einem neuen «warum» führen würde, und er vertraute zu stark auf seinen Glauben, um diese letzte Frage auf bessere Zeiten zu verschieben, auf jene Zeit, da er mit Gott im Himmel vereint sein werde. In den letzten Tagen seines Lebens erwartete er sehnsüchtig den Augenblick, wo sein zum Himmel aufsteigender Geist endlich das begreifen wird, was er auf dieser Erde mit seinen Augen gesehen, mit seinen Ohren gehört, was er in seinem Denken sammeln und ordnen konnte, dessen Endursachen er aber mit seinem endlichen Geiste nicht einmal zu suchen wagte.

Dieses wissenschaftliche Glaubensbekenntniss macht uns auch seine wissenschaftliche Thätigkeit verständlich.

Der Beginn seiner Forschungen war gewöhnlich der Genuss, den ihm eine oder die andere einfache Erscheinung, welche er in seinem Laboratorium, oft auf Anregung aus alten Büchern, hie und da auf Anregung von neu erschienenen Zeitschriften hervorbringen konnte, verursachte. Sein Bestreben war dann, die Erscheinung schöner, auffallender und in neueren Abwechselungen hervorzubringen, und er ruhte auch nicht, bis er seinen Gegenstand nicht ganz erschöpft hatte, oder bis er an einem Punkt angelangt war, welcher ihm neu war, was seine Freude noch steigerte. Dass das, was ihm neu ist, es auch für andere ist, und dass dies für den Fortgang der Wissenschaft von Wichtigkeit sein könnte, fiel ihm nie ein.

Das XIX. Jahrhundert war reich an wissenschaftlichen Ueberraschungen. Die eingehenden Forschungen über die Elektricität, das Licht und den Schall haben der Welt nicht selten an das Wunderbare grenzende Kunde von neuen Dingen gebracht, und sowie die Nachrichten die Welt durchflogen, brachten sie überall neue Erfolge, um so, indem sie sich verbreiteten, sich zugleich in ihrem Inhalte zu bereichern. Die Kunde, welche, wir müssen es gestehen, mitunter recht spät an die Pforten von Jedlik's fernabliegendem Laboratorium klopfte, verliess dieselbe selten ohne einem neuen Schmuck erhalten zu haben.

Doch dies Jahrhundert hat nicht nur in der Erkenntniss der neuen experimentellen Thatsachen, sondern auch in Bezug auf die Zusammenfassung der Theorie grosses geleistet. Sie hat in die Reihe der Grundsteine des naturwissenschaftlichen Gebäudes, neben den Satz der Erhal-

tung der Materie auch denjenigen von der Erhaltung der Energie eingeschaltet; in diesem Jahrhundert hat sich die Theorie von der Bewegung des Lichtes entwickelt, ebenso hat die uralte Voraussetzung von den Atomen grösstentheils in Folge der Gastheorie ihren Triumph gefeiert. Wir müssen gestehen, dass alle diese Theorien und die auf ihre Bestärkung gerichteten experimentellen Untersuchungen niemals die Aufmerksamkeit unseres Jedlik's soweit gefesselt haben, dass er zu ihrer Entwickelung selbst etwas beigetragen hätte. Es ist möglich, dass ihn auch seine mangelhafte mathematische Schulung daran hinderte, jedoch ich glaube kaum, dass er, selbst wenn er diese Lücke ausfüllen hätte können, auf den begonnenen Spuren weiter spürend, mit seinem immer weiter und weiter fortschreitenden Gedankengange sich freudig zu der Höhe der Theorie erhoben hätte, von wo, indem man herabblickt, der Gesichtskreis sich erweitert, die Details aber verloren gehen. Er war, wie der Bergmann, der, wenn er eine reiche Mine findet, sich nicht von dem Zauber des darin glitzernden Goldes trennen kann und auf dessen Spuren so lange vorwärts strebt, bis er sie ganz erschöpft hat, oder aber bis an dem undurchdringlichem Gesteine seine Kräfte erlahmen.

Sehen wir nun, was er uns aus dem goldspendenden Schachte der Wissenschaft heraufgebracht hat. Ich beginne mit denjenigen, was ihm das Liebste war, nämlich mit der Elektricität.

Die erhabenste, am meisten erschütternde elektrische Erscheinung ist der Blitz, die Offenbarung der Macht des gewaltigen Zeus, der Zorn Gottes; in der Werkstätte des Physikers der elektrische Funke.

Otto von Guericke, der Entdecker der Luftpumpe und der Elektrisiermaschine, hätte die geriebene Schwefelkugel nur knistern gehört und hatte sie im Finstern nur schwach leuchten gesehen, der Engländer *Wall* indessen hat zu Ende des XVII. Jahrhunderts schon einen Funken aus dem Bernstein gelockt und diesen mit dem Blitz, seinen knisternden Ton aber mit dem Donner verglichen. Von da angefangen hat ein Physiker mit dem anderen gewetteifert, welcher einen längeren, mehr leuchtenden, knatternden, mit einem Worte einem dem Blitz mehr ähnlichen Funken hervorbringen könne. Die Elektrisiermaschinen, bei welchen man die Schwefelkugel sehr bald durch eine Glasscheibe ersetzte, wurden in Folge des Wetteifers immer grösser und grösser, und endlich kam die Wundermaschine des vorigen Jahrhunderts zu Stande, die Maschine *Van Marum's* im Leydener Teyler-Museum, welche ihre Bewunderer mit zwei Fuss langen Funken überraschte. Für *Jedlik* war dies nicht genug, er wollte auch diese übertreffen. Die Maschinen, welche er in dem Laboratorium der Pester Universität vorfand, waren zwar bedeutende Werkzeuge, insofern als sie, ein halbes Jahrhundert vorher, dem gelehrten Jesuiten *Franz Domin* als Heilwerkzeug dienten, der Maschine *Van Marum's* jedoch an Wirkungsfähigkeit nicht gleich kamen. An das Anschaffen einer grösseren Maschine konnte er nicht denken, denn wie hätte das

bescheidene Laboratorium der Pester Universität mit dem überaus reichen Teyler-Museum wetteifern können. *Jedlik* hat jedoch sein Ziel trotzdem erreicht, indem er einen andern Ausweg wählte, und eben dies ist das Interessante. Er hat den elektrischen Funken durch die verschiedene Art des Entladens von einer ganzen Reihe von Leydener-Flaschen vergrössert, indem er nämlich seine aus 4—8 Leydener-Flaschen bestehende Batterie zu einem Condensator vereinigte, denselben lud und hierauf rasch in kettenweise Verbindung setzte und die Batterie hierauf zur Entladung brachte. Unter seinen, auf verschiedene Arten modificierten Instrumenten war das beste dasjenige, welches er im Jahre 1863 in der von den ungarischen Aerzten und Naturforschern zu Pest gehaltenen Sitzung vorzeigte und in den Schriften dieser Vereinigung beschrieb. Der 90 Centimeter lange Funke, welchen er dadurch hervorbrachte, übertraf alle bisher in dieser Richtung gemachten Versuche. Eine andere Art dieses seines Instrumentes, den sogenannten elektrischen Röhren-Condensator, stellte er in der 1873-er Wiener Weltausstellung aus, und machte durch das Veröffentlichen desselben im Jahre 1882 in Carl's Repertorium in deutscher Sprache die wissenschaftliche Welt damit bekannt. Damals hatten allerdings auch schon *Mach*, *Holtz* und *Planté* diese Art der Entladung der Condensatoren gefunden, die Priorität *Jedlik's* beweisen jedoch seine in ungarischer Sprache erschienenen Abhandlungen in unzweifelhafter Weise.

In der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts war neben den elektrischen Funken die Anziehungskraft des Magneten die volksthümliche Erscheinung der Laboratorien. *Jedlik* hatte, um einen je stärkeren Magnet zu bereiten, eine elektromagnetische Maschine ausgedacht, welche in dem IV. Bande der Berichte der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft (Természettudományi Társulat Értesítője) beschrieben ist. Es ist hier jedoch nicht der Ort, um mich eingehend damit zu beschäftigen, schon deshalb nicht, weil ich hier von grösseren Dingen sprechen kann. Ich will zwei grosse Entdeckungen erwähnen, den elektromagnetischen Motor und die Dynamomaschine, welche in *Jedlik's* einsamen Arbeitszimmer das Licht der Welt erblickten; doch leider dort verborgen blieben. Weder er selbst, noch diejenigen, welche in seine schwer zugängliche Werkstätte Einblick fanden, erkannten zur Zeit die Bedeutung dieser Entdeckung, und das ihn ergötzende Experiment blieb nur ein Beginn, welcher keine Fortsetzung hatte. Andere fanden wohl später den Kern dieser Entdeckung, doch sie wussten ihn in fruchtbaren Boden zu säen, wo er gross gewachsen ist und seinen Bearbeitern Lorbeeren brachte.

Jedlik selbst hat weder in Zeitschriften, noch in Büchern seine Erfindung der Oeffentlichkeit bekannt gegeben, von dem ersten aber, dem elektromagnetischen Rotationsapparat liebte er von Zeit zu Zeit zu sprechen. Wann und auf welche Weise ihm der erste darauf bezügliche Versuch gelang, hat er unter Anderen auch mir erzählt, er hat es auch unserem gelehrten Collegen Professor *August Heller*, dem berufenen Geschichts-

schreiber der Physik, in einem im Jahre 1886 aus Raab an ihn gerichte Briefe mitgetheilt.

Aus derselben Quelle weiss ich, dass, als er im Herbste des Jah 1825 im Lyceum der Benedictiner seine Lehrthätigkeit der Physik begonr hatte, die damals noch mit dem Zauber der Neuheit umgebenen elekt magnetischen Erscheinungen, seine Aufmerksamkeit augenblicklich sich lenkten. Er wiederholte die Versuche *Örsted's*, das durch den Str herbeigeführte Ausweichen der Magnetnadel mit grossem Interesse v folgend. Er verfertigte sich allsobald einen Schweigger'schen Multiplicat bei welchem er vielleicht zur Steigerung der Wirkung die Magnetna durch einen Elektromagnet ersetzte. Als er nachher sah, dass die Stro spule den Elektromagnet mit grosser Kraft hinausstosse, fiel es ihm e ob man diesen wohl nicht in eine fortwährende, in einer Richtung fo laufende Bewegung bringen könne. Eine kleine Veränderung an d Apparate, durch welche er die Richtung des den Elektromagneten er genden Stromes im richtigen Augenblicke der Bewegung ändern konn führte ihn zu dem gewünschten Resultat. Wie er selbst sagt, gesch dies im Jahre 1827 oder 1828.

Die Stunde des Unterrichtes schlug gerade, als er mit der erst derartigen kleinen Maschine fertig war und sie in Bewegung setzen konn Seine Pflicht zu versäumen, das lag ihm stets fern, er begab sich seinen Schülern und hielt seinen Vortrag, seine Gedanken waren jedc bei seinem Elektromagneten, welcher ihn nicht betrog, und als die Stur zu Ende war und sein Schöpfer wieder vor ihm stand, setzte er se Kreisbewegung noch immer lustig fort. Noch in seinem neunzigs Jahre erinnerte er sich mit einer gewissen Ergriffenheit und kindlicl Freude an diesen glorreichen Augenblick seines Lebens.

Wenn doch er selbst zum Bewusstsein seines Ruhmes gekomn wäre! Doch er konnte es nicht glauben, dass er eine grosse Entdeckı gemacht habe, schon deshalb nicht, weil sie von ihm stammte.

Er schreibt an *Heller*:

»Als ich den vorhin besprochenen für elektromagnetische Rotatio geeigneten Apparat im Jahre 1827 und 1828 mit gutem Erfolge zusta gebracht hatte, konnte man in den mir zugänglichen Zeitschriften Büchern von solchen Dingen noch nichts finden und lesen. Unter die Umständen war ich meinerseits der Meinung, dass ich der Erfinder beschriebenen elektromagnetischen Rotationsapparates und seiner Anw dungsart wäre; aber nur für mich selbst, denn als angehender Profe der Physik hatte ich öfters Gelegenheit zu erfahren, dass manche ph kalische Erscheinung, auf welche ich nur durch meine eigene Eins und Forschung gekommen war, anderen schon viel früher bekannt wa Bei dieser Meinung blieb ich auch später, als ich im Jahre 1829 1830 in irgend einem Buche, wahrscheinlich »Dingler's Polytechnisc Journal« in einem seiner Bände eine Figur fand, welche mit der von

hier beschriebenen Maschine so sehr übereinstimmte, dass ich, wenn ich den von mir erfundenen elektromagnetischen Rotationsapparat früher veröffentlicht, den Verdacht gehabt hätte, dass dem betreffenden Schriftsteller die von mir veröffentlichte Beschreibung Gelegenheit dazu gegeben habe. Aber nachdem ich von den elektromagnetischen Rotationen zu dieser Zeit nichts veröffentlicht hatte, muss ich mich damit zufrieden geben, dass ich diese, auf Grund von Örsted, Ampère, Schweigger und anderen gemachten Erfindungen meinen eigenen Bestrebungen zu verdanken habe. Jetzt wäre es schon schwer um die Priorität mit irgendwem zu streiten.»

Ich weiss es nicht, ob ich diese beinahe einzig dastehende Bescheidenheit bewundern oder aber tadeln solle? Aber trotzdem gelangte Jedlik's Name als der Erfinder der elektromagnetischen Maschine in die Oeffentlichkeit und wurde auch ohne dokumentarische Beglaubigung als zweifellos angenommen.

Dies geschah wahrscheinlich hauptsächlich auf dem Wege persönlicher Berührung, zu welcher ihn die im Jahre 1856 in Wien gehaltene Sitzung der deutschen Aerzte und Naturforscher Gelegenheit bot, bei welcher in Gesellschaft der vorzüglichsten Gelehrten jener Zeit 91 Ungarn, darunter *Jedlik*, erschienen waren. Vor diesem gelehrten Forum hielt er zwei Vorträge, der eine handelte «von der Anwendung des Elektromagnetes bei der elektromagnetischen Rotation», der zweite von einer Modification der Grove- und Bunsen'schen Elemente. Diese Abhandlungen sind in der Reihe der von der Versammlung herausgegebenen Berichte erschienen, mit keinem Worte erwähnt er jedoch seine, vor dem Jahre 1830 gemachten verwandten Versuche; es ist indessen möglich, dass er bei dieser Gelegenheit im Gespräche einiges von diesen alten Dingen erwähnte.

Thatsache ist es, dass einzelne angesehene Gelehrte noch heute in ihren Büchern seinen Namen als den Schopfer des ersten elektromagnetischen Rotationsapparates erwähnen. So z. B. *Guillemin*, *Daguin*, *Pfaundler* in ihren physikalischen Handbüchern, *Ferrini* in seiner elektromagnetischen Technologie, *Reitlinger* in seinem von Exner redigierten Berichte über die 1873-er Wiener Weltausstellung.

Eine andere schöne Erfindung *Jedlik's* bezog sich auf die elektrische Dynamomaschine, respective auf ihre Grundprincipien, doch von dieser weiss die Welt wirklich nichts; er selbst erwähnte derselben niemals auch nur mit einem Worte. Werfen wir einen flüchtigen Blick auf die Geschichte dieser Dynamomaschine.

Seitdem Faraday in den dreissiger Jahren dieses Jahrhunderts durch seine grossen Entdeckungen gezeigt hatte, dass in der durch den Kraftraum des Magnetes bewegten Leitung ein elektrischer Strom entstehe, seither war die Richtung bezeichnet, auf welcher fortschreitend die praktische Verwerthung dieser Ströme verwirklicht werden könne.

Man construierte Maschinen auf Maschinen, jedoch die Versuche führten lange zu keinem befriedigenden praktischen Resultat, hauptsächlich deshalb nicht, weil man dabei immer nur die Kraft der sogenannten permanenten Magnete anwendete. Um aber eine grössere Wirkung zu erzielen, brauchte man eine sehr grosse Menge solcher Magnete, welche die Dimensionen dieser Maschinen unverhältnissmässig vergrösserten und ihre Herstellung sehr vertheuerten.

Ein grosser, ich möchte beinahe sagen sprunghafter Fortschritt geschah auf diesem Gebiete seit dem Jahre 1867, als Siemens der Berliner Akademie das Grundprincip der seither dynamo-elektromagnetischen genannten Maschine mittheilte, nach welchem der induzierte Strom mit Hilfe von Elektromagneten den zu seinem Zustandekommen erforderlichen Kraftraum selbst bis fast ins Unbegrenzte zu verstärken im Stande sei, und dieser vice-versa den Strom, ohne dass permanente Magnete nothwendig gewesen wären.

Ladd's Maschine, welche im Jahre 1867 auf der Pariser Ausstellung die ihr gebührende Bewunderung erregte, war die erste, welche die Lebensfähigkeit dieses Principes der wissenschaftlichen Welt demonstrierte.

Die Weissagung, mit welcher Siemens die oben erwähnte Abhandlung schloss, wurde in kurzer Zeit zur Thatsache:

«Nun ist die Technik im Stande elektrische Ströme von unbegrenzter Stärke herzustellen überall, wo ihr Arbeitskraft zur Verfügung steht, und diese Thatsache wird in ihrer vielseitigen Anwendung von grosser Bedeutung sein.»

Kaum drei Jahrzehnte sind seither verstrichen und heute finden wir den elektrischen Wagen schon in vielen Städten und das Zauberlicht des elektrischen Lichtes leuchtet uns an vielen Orten.

Nach dieser allgemein angenommenen Geschichte des Ursprunges der Elektro-Dynamomaschine kann meine Behauptung als vermessen erscheinen, dass *Jedlik* schon Jahre lang vor *Siemens* die Bedeutung des von diesem ausgesprochenen Principes erkannt hatte, und darauf basiert schon früher, als der Engländer *Ladd* eine thatsächlich funktionierende Maschine verfertigte.

In dem physikalischen Cabinet der Budapester Universität befindet sich ein Elektromotor und eine als elektrischer Generator zu benützende Maschine, welche in dem Inventar des Institutes in Jedlik's eigener Schrift auf die folgende Weise eingetragen ist: «Ein Unipolarinductor...»

Zum zweckdienlichen Gebrauche ist eine kurze Beschreibung des Apparates und seiner Handhabung an dem unter dem Grundbrett sich befindlichen Zettel zu lesen. Die Vorrichtung wurde von *Anianus Jedlik* ausgedacht und in der Werkstätte des Pester Mechanikers *Nuss* verfertigt. Anschaffungszeit 1861. Preis 114 fl. 94 kr.

In der Gebrauchsanweisung aber, deren erste drei Punkte sich auf ihren Gebrauch als Motor beziehen, lautet der vierte Punkt:

»4. Wenn man die Klemmen *a* und *c* untereinander mit einen Kupferdraht verbindet, zwischen die Klemmen *b* und *d* hingegen statt Bunsen'schen Elementen einen Galvanometer oder eine Tangenten-Bousssole einschaltet, so wird durch die Drehung des Elektromagneten in der multiplizierenden Leitung ein elektrischer Strom erweckt, welcher durch die Drahtspule des rotierenden Magnetes gehend, den Magnet verstärkt, wodurch dieser aber wieder einen stärkeren Strom erweckt u. s. f.«

Hier sehen wir das Princip der Dynamomaschine klar und deutlich ausgedrückt.

Die Daten des Inventars beweisen gleich einem Diplom, dass *Jedlik* mit seiner Erfindung *Siemens* wenigstens um sechs Jahre zuvor gekommen sei, jedoch nach seinen eigenen Erinnerungen und den Behauptungen des Mechanikers ist es wahrscheinlich, dass die Maschine viel früher, schon zu Anfang der fünfziger Jahre arbeitete, und nur, erst nach ihrer endgültigen Vollendung und nach wiederholten Versuchen dem Inventar einverleibt wurde.

Jedlik zeigte diese Maschine nur selten, er theilte der Oeffentlichkeit nichts davon mit, nicht einmal in seiner Autobiographie erwähnt er etwas davon; er gab sich damit zufrieden, dass er selbst beobachten konnte, wie in Folge der beschleunigten Drehung die Abweichung der den Strom anzeigenden Magnetnadel zunimmt; und später benützte er sie als Triebwerk bei jener Theilmaschine, mittels welcher er die feinen optischen Glasgitter herstellte.

Seine verborgene Erfindung konnte ihm keinen Ruf bereiten, und wir dürfen uns auch nicht wundern, wenn die Geschichte der Wissenschaften bloss die Namen derjenigen verewigt, welche nicht nur selbst fortschreiten, sondern welche durch ihr Fortschreiten zugleich der ganzen Welt neue Wege des Fortschrittes eröffnen,

Bei dieser Gelegenheit muss ich erwähnen, dass Siemens bei seiner Erfindung noch einen Vorgänger, den Däner *Soren Hjorth* hatte, von welchem wir wissen, dass er im Jahre 1854 eine der Dynamo-Maschine nahe stehende Maschine verfertigt hat; doch auch seine Erfindung blieb in dem von dem grossen Mittelpunkt der Wissenschaft, wenn auch nur wenig, abseits liegenden Dänemark, ebenso ohne Einfluss auf die elektrotechnische Entwickelung, wie Jedlik's Erfindung in dem fernen Ungarlande. Dies ist das gemeinsame Loos der kleineren Nationen!

Auf anderen Wegen, als die Elektricitätslehre, schritt in der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts die Optik vorwärts. In dieser übernahm die durch *Young*, besonders aber durch *Fresnel's* Genie zur Geltung gebrachte Theorie die führende Rolle, der Experimentierende hatte kaum eine andere Aufgabe, als die Rechtfertigung der theoretischen Weissagungen. Jedlik, der in seiner Wissenschaft mehr ein Poet, als ein Rechner war, konnte auf diesem Gebiete den Faden des Fortschrittes nicht so leicht finden, wie auf dem Gebiete der Elektricitätslehre, welches auch den

ohne Plan herumschwärmenden oft mit reichen Früchten belohnt. Aber trotzdem blieb er nicht gleichgültig gegen die Fortschritte der Optik, und sein Interesse wurde hauptsächlich von den vielfärbigen Erscheinungen der Interferenz, lange Zeit in Anspruch genommen. Hierüber berichtete er in den Wanderversammlungen der ungarischen Aerzte und Naturforscher im Jahre 1845 und später 1865. Sein Bestreben war hier wieder etwas Neues, Schöneres als das bekannte Schöne zu sehen, und deshalb begnügte er sich nicht mit den auf der Bahn der Theorie gefundenen Schwerdt'schen Experimenten, sondern er verfertigte sich einen Apparat, mit welchem er die Erscheinungen der Diffraction in immer neuen Abwechslungen beobachten konnte.

Er brachte zwischen den die Diffraction verursachenden, durchlöcherten Schirm und das Ocular des Beobachters eine Sammellinse an, welche er längs einer fast 4 Meter langen Rinne mit einer von seinem Sitze aus zu bewegenden Vorrichtung beliebig verschieben konnte, und so konnte er stundenlang sich daran ergötzen, wie die Diffractions-Bilder durch ein solches Verschieben der Linse wechselten. Ein wahrhaftes Kaleidoskop, welches, ebenso wie dieses, in tausend und aber tausend Veränderungen immer nur das eine Gesetz beweist.

Eine ernstere Würdigung als diese, beinahe als Spielzeug zu betrachtenden Apparate verdient Jedlik's Bemühen um die Herstellung von feinen optischen Gittern. Diese Gitter galten in den fünfziger Jahren dieses Jahrhunderts noch als Seltenheit. Kreisgitter, wie er sie verfertigte, waren — wie ich glaube — vor ihm überhaupt noch unbekannt. Jedlik verfertigte selbst diese, zu ausserordentlich feinen mechanischen Arbeiten dienende Maschine, welche in berufenen Händen auch heute noch gute Dienste leistet, in Martinsberg (Pannonhalom), wohin sie der sich zur Ruhe zurückziehende Gelehrte als seinen wohl zu behütenden Schatz gebracht hatte.

Mit dem Ende der sechziger Jahre wandte Jedlik seine Aufmerksamkeit der Akustik zu.

Helmholtz's Werk, welches die in dieses Fach schlagenden Kenntnisse in ein Ganzes zusammenfasste, und seine populären Vorträge erregten damals nicht nur unter den Physikern und Physiologen, sondern auch bei den Philologen und Musikern, ja bei der ganzen gebildeten Welt, ein grosses Interesse, an diesem, bisher nur von einzelnen Specialisten gepflegten Zweige der Wissenschaft. Man kann sagen, dass die Beschäftigung mit Akustik zu jener Zeit zur Mode wurde, und dies wurde nicht wenig durch den günstigen Umstand befördert, dass sich in Paris ein Mechaniker, Rudolf König, fand, welcher die zu diesem Studium nöthigen Werkzeuge in sorgfältiger und gefälliger Ausführung auf den wissenschaftlichen Markt brachte. Jedlik liess diese Apparate auch kommen, versuchte sie und nachdem er einige Zeit, wie dies seine Gewohnheit war, über die unvollkommene Arbeit des Mechanikers ge-

brummt hatte, begann er sie zu verbessern, und bohrte und schnitzelte daran herum, später aber, als er auch so nicht zufrieden war, setzte er sich hin und verfertigte neue.

Unter den akustischen Experimenten erfreuten ihn besonders Lissajous' Figuren, welche durch die Zusammensetzung von Schwingungen zu Stande kommen. Sein Hauptbestreben gieng nun dahin, diese vergänglichen Figuren auf Papier oder Glastafeln zu fixieren. In den Wanderversammlungen der Naturforscher und Aerzte in den Jahren 1872, 1874 und 1876 zeigte er immer neue, diesem Zwecke dienende Apparate. Den letzten, vollständigsten dieser Apparate nennt er in seiner, darüber verfassten Abhandlung wie folgt: «Beschreibung eines Apparates zum Fixieren der Spur einer aus zwei oder drei Schwingungen und einer fortschreitenden Bewegung zu Stande kommenden resultierenden Bewegung auf Papier oder einer berussten Glasplatte und die Methode der Benützung dieses Apparates.»

Es ist dies ein mit grosser Findigkeit ausgedachter Apparat, welcher als Hilfsmittel beim Unterrichte gute Dienste leisten kann.

Ich habe die Erwähnung von Jedlik's, der chronologischen Reihenfolge nach, ersten Arbeit, die künstliche Bereitung der Sauerwässer, als eine ganz selbstständige, von den andern Arbeiten ganz unabhängige Sache zuletzt gelassen. Diese veröffentlichte er im Jahre 1829 in Ettingshausens Physikalischer Zeitschrift. Er selbst schreibt in seiner Selbstbiographie über diese Abhandlung: «es lohnte sich diese Abhandlung ins Deutsche zu übersetzen und zu veröffentlichen, denn nach ihrer Anleitung kann man jedes Sauerwasser künstlich darstellen und auf billige Weise herstellen, ja sogar beliebig kohlensäurehältig machen, was damals, als das s. g. Sodawasser noch nicht bereitet wurde, interessant genug war.»

Aus Gilbert's Annalen erfuhr er, dass die Apotheker Paul und Goffe in Genf schon zu Ende des vorigen Jahrhunderts künstliches Sauerwasser bereitet hatten, indem sie mittels Druckes Kohlensäure in das Wasser pressten. Diese Beiden hielten aber die Einrichtung der zu diesem Zwecke dienenden Vorrichtung geheim. Deshalb verfertigte Jedlik zu diesem Behufe eine Maschine nach seinem Plan, und benützte sie auch zu seiner vollständigen Befriedigung. «Es möge Niemand glauben», sagt er zum Schlusse seiner Abhandlung, «dass die Herstellungskosten gross sind, und in Folge dessen diese Erfindung, wie so viele andere in der Praxis unausführbar wäre. Fünfzig Flaschen Rohitscherwasser kosteten mich (die Flaschen und meine Mühe nicht gerechnet) 10 G. Wiener Währung, also eine Flasche 12 kr., eine Flasche Egerer Wasser aber nur 3 kr., während man bei uns die erstere mit 48 kr., die letztere aber mit 36 kr. verkauft.»

Aber trotzdem das künstliche Bereiten des Sauerwassers sich als sehr einträglich erwies, wurde Jedlik doch kein Sodawasser-Fabrikant, denn seine Aufmerksamkeit und sein Denken fesselte damals die Magnet-

nadel, der elektrische Strom, mit dessen geheimnissvoller Wechselwirkung wie ich es schon früher erwähnt habe.

* * *

«Die Biographie des Gelehrten bildet hauptsächlich seine schriftstellerische Thätigkeit», sagt Jedlik in seiner schon erwähnten autobiographischen Skizze. Wir wollen aber diese Behauptung ihn bezüglich nicht ausschliesslich anwenden, denn sein litterarischer Nachlass entspricht durchaus nicht seiner wissenschaftlichen Thätigkeit. Damit wir ihn nach seinen Verdiensten würdigen können, müssen wir ihn nicht am Schreibtisch, sondern in seiner Werkstätte aufsuchen, aus welcher selbst viele werthvolle Dinge niemals an das Tageslicht gebracht wurden.

Das Schreiben selbst konnte ihm nie Schwierigkeiten bereiten, wenigstens beweisen dies seine reinen, beinahe nie ausgebesserten Manuscripte, seine regelmässigen und klaren Sätze, jedoch das geringe Vertrauen in seine eigene Kraft schreckten ihn oft davon zurück, die Resultate seines Nachdenkens der Strenge der öffentlichen Kritik auszusetzen. Wenn er etwas zu demonstrieren oder mitzutheilen hatte, brachte er dies am liebsten in die Wanderversammlungen der ungarischen Naturforscher und Aerzte mit. In deren Sitzungen fühlte er sich am meiste heimisch, in deren Jahrbüchern erschien der grösste Theil seiner Abhandlungen.

In unserer Akademie hielt er, nachdem er im Jahre 1859 sein Antrittsrede gehalten hatte, nur noch einmal einen Vortrag, u. z. «Ueber die bedeutende Wirkung der durch das Einstürzen des Kellers Michael Rumpelles' verdichteten Luft.» Seither schwieg er, der sich mit den mathematischen Formeln der neuern Physik niemals recht befreunden konnte. Er konnte ihre Sprache niemals erlernen und fürchtete, dass diejenigen, die er nicht versteht, ihn auch nicht verstehen würden. So konnte sich, trotzdem ihn die Akademie alle Zeichen der Ehrung, welche einem Akademiker gebühren, zutheil werden liess, und er auch an ihren Sitzungen Theil nahm, und bis zu seinem Ende sein Interesse für die Akademie bewies, dennoch nicht zwischen ihm und der gelehrten Körperschaft das vertrauensvolle Verhältniss sich entwickeln konnte, welches durch die gegenseitige Unterstützung für die Wissenschaft so fruchtbringend hätte werden können.

Jedlik hat nur ein grösseres Werk geschrieben und im Jahre 1850 herausgegeben, es ist dies der erste Band seiner Grundprincipien der Naturlehre, welches «Naturlehre der schweren Körper» betitelt ist.

Vordem benützten die Schüler nur veraltete, meistens in lateinischer Sprache geschriebene Lehrbücher, solche, auf welche gut passte, was Goethe über die Physik Johannes Baptista Horváth's sagte: «Die alte Leyer». Jedlik schrieb sein Buch statt in der, so leicht in den

dogmatischen Ton verfallenden lateinischen, in ungarischer Sprache, denn wie er selbst sagt: «Bei der schnellen Verbreitung der ungarischen Sprache und dem sich immer mehr kundgebenden allgemeinen Verlangen, dass diese auch auf dem Gebiete des Unterrichtes anstatt der lateinischen Sprache angewendet werde, würde ein Lehrbuch mit lateinischem Text nicht mehr zeitgemäss sein.» Sein Werk blieb unvollendet, wir bedauern, dass er es nicht vollendet hat, denn wir könnten, besonders aus dessen Kapiteln über die Elektricität gewiss viel Interessantes lernen.

Als populärisierender Schriftsteller, welcher sich an das grosse Lesepublikum wendet, ergriff Jedlik nur einmal die Feder, es war im Jahre 1853 als er über das Tischrücken, über die Frage, welche damals die ganze Welt in Aufregung hielt, im «Pesti Napló» (Pester Tageblatt) einige Artikel veröffentlichte.

In diesen beschreibt er die in der Pester Erziehungsanstalt der englischen Fräuleins gemachten Versuche, und indem er die Ursache der Erscheinung sucht, findet er diese in dem Beben der Hände, und in der in Folge der Verbindung derselben stetig zunehmenden Bewegung. Von seinen Lesern nimmt er mit einigen Worten Abschied, in welchen er von der Aufgabe des Naturforschers spricht, und was er hier sagt, verdient, in wie ferne es seine eigenthümliche Auffassung kennzeichnet, hier erwähnt zu werden:

«Jetzt fürchte ich nur, ob nicht vielleicht jemand daran Anstoss nimmt, dass ich diese, zu einer allgemeinen Spielerei gewordene Erscheinung, einer so ernsten und eingehenden Erklärung gewürdigt habe. Die einzige Ursache dafür besteht darin, dass das Tischrücken eine Erscheinung ist, wie viele solche Erscheinungen, deren Ursache nicht nur den Nichtgelehrten, sondern den Gelehrten geheimnissvoll erscheint ... Das Tischrücken kann als Erscheinung für irgend einen Gelehrten oder Naturforscher kein herabwürdigender Gegenstand sein, wenn er sich mit dem Hervorbringen und dem Erforschen des Zustandekommens beschäftigte oder sich beschäftigen wird, damit er die wahre Ursache dieser überraschenden Erscheinung je bestimmter erkennt, und sie andern kundgiebt, denn es ist eine bekannte Sache, dass das Hauptziel eines jeden Naturforschers darin besteht, auf welche Weise er die wahren Ursachen aller vorkommenden Erscheinungen, also auch des Tischrückens, möglichst genau ergründet, was ohne Forschen nur sehr selten gelingt.»

Ich will auch noch von Jedlik, dem Professor sprechen. Er lehrte die Physik fünfzig Jahre hindurch, anfangs im Raaber Lyceum des Benediktinerordens, dann an der Pressburger Rechtsakademie, endlich vom Jahre 1840 bis zum Jahre 1878 an der Pester Universität. Seine Vortragsweise war diejenige des forschenden Gelehrten, welcher zu seinen Hörern wie zu gelehrten Fachgenossen spricht, vor welchen er nichts verbirgt, sondern sie unverhüllt zu seinem Gedankengange auffordert. Die seinen Vortrag belebenden Versuche pflegte er nicht früher vorzubereiten. Er

liess den Apparat hereinbringen, stellte ihn zusammen, brachte ihn vor den Augen der Hörer in Bewegung, so dass diesen das Experiment nicht nur als Schaustellung, sondern auch wirklich zur Lehre diente.

Seine Art des Vortrages hatte ihre guten Seiten, jedoch sie hatte auch ihre Fehler. Gut daran war besonders das, dass er wirklich Experimentalvorträge hielt, zu einer Zeit, wo meistens nur mit Kreide und Schwamm experimentiert wurde; das schlechte daran war indessen, dass er, indem er bei seinen Lieblingsgegenständen bis in die kleinsten Details gieng, es versäumte einen, den ganzen Lehrstoff zusammenfassenden Ueberblick zu geben.

Heute, wo wir schon mehrere Hochschulen besitzen, und an diesen jeder einzelne Gegenstand von mehreren Professoren vorgetragen wird, würden die in seiner Manier gehaltenen Vorträge fruchtbringender werden, doch zu seiner Zeit, wo er lange Zeit in unserer weiten Heimat der einzig dazu Berufene war sein Fach zu lehren, war dies nicht der Fall.

Trotzdem war es nicht seine Schuld, denn er that alles, um seine Aufgabe zu erfüllen, sondern die Schuld unserer ungünstigen Verhältnisse, dass er eine wissenschaftliche Schule für sein Fach nicht schaffen konnte, und dass in unserer Heimat die Begeisterung für das von ihm vertretene Wissensfach, sowie auch für andere, wirklich erst dann beginnen konnte, als der lernbegierigen Jugend zu Ende der sechsziger Jahre die Möglichkeit geboten wurde, in grösserer Anzahl die ausländischen Universitäten aufzusuchen.

* * *

Nachdem wir uns mit seiner Thätigkeit so lange beschäftigt haben, wollen wir ihn auch auf der Stätte seiner Musse aufsuchen.

Im Jahre 1878 zog er sich, gefolgt von der Verehrung und Liebe seiner Professoren-Collegen und seiner gewesenen Schüler und vom König ausgezeichnet, in den Ruhestand zurück. Er kehrte wieder in das Raaber Benedictinerhaus zurück, aus welchem er, beinahe ein halbes Jahrhundert bevor ausgezogen war, um seinen Lehrberuf auch ausser den Mauern des Klosters zu erfüllen. Doch auch nachher blieb er nicht unthätig. Einer seiner Ordensbrüder schreibt:

«Der alte Herr ruhte nie, er beschäftigte sich immer mit irgend einem Apparat oder las wissenschaftliche Werke so lange, bis er zu Bett gieng. Die Buchhändler sandten ihm die neu erschienenen physikalischen Werke und er, dem es damals mit dem Lesen schon schwer gieng, pflegte, indem er auf diese Bücher wies, mit einer gewissen Wehmuth zu sagen: «Wenn sie mir nur mit allen diesen Büchern auch die Zeit schickten, sie zu lesen». Trotz seiner liebenswürdigen und höflichen Manier, geschah es nicht nur einmal, wenn einer seiner Ordensbrüder, um ihn zu zerstreuen, ihn einige Male nacheinander besuchte, um mit ihm zu plaudern, der alte

Herr bei der Wiederholung des Besuches ihn ungeduldig fragte: «Hat denn der Herr nie etwas zu thun? Ich habe viel zu thun.»

Unsere Festsitzungen besuchte er bis zu Ende, und zu solchen Gelegenheiten besuchte er auch das physikalische Institut der Universität. Er betrachtete seine alten Freunde, seine lieben Instrumente, später erkannte er die meisten kaum, nur eines interessierte ihn bis zu Ende: sein elektrischer Röhrencondensator. Mit diesem hatte er sich am meisten geplagt: dies war sein liebstes Kind.

An dem der Festsitzung folgenden Mahle nahm er gewöhnlich Theil, dort pflegte unser gelehrter College *Andreas György* auf die Alten, unter diesen auch auf *Jedlik*, einen Toast zu sprechen. In gemüthlicher Weise unterhielt er sich dann in unserer Mitte; er hatte nur eine Klage, dass nämlich die jungen Leute von heute nicht mehr laut sprechen und die Köche das Fleisch nicht mehr weich kochen können. Im Uebrigen war er mit dem Laufe der Welt zufrieden.

Bei der Sitzung im Jahre 1895 erschien er nicht mehr in unserem Kreise, die Last seiner 95 Jahre hielt ihn zuhause; im Jahre 1896, als Andreas György sein Glas erhob, erklang sein Name nicht mehr in der Reihe derjenigen, welchen wir noch hier auf Erden alles Gute wünschen.

Der alte Herr war am 15. December für immer entschlummert. Der Tod muss ihm nicht schwer geworden sein, nach seinem starken Glauben war es ja nur ein Uebersiedeln vom irdischen Glücke zur himmlischen Glückseligkeit.

Sein Andenken lebt unter uns, nicht wie das eines Geistesriesen welchen wir nur bewundern könnten, sondern wie das eines bahnbrechenden Arbeiters, welchem wir folgen können.

Ohne die nöthige Schulbildung, ohne einer mit ihr fortschreitenden Unterstützung und ohne unterweisendem Rath, hatte er sich, angeeifert durch seine unermüdliche Liebe zur Wissenschaft, in die Reihe der Entdecker dieses Jahrhunderts aufgeschwungen.

Heute sind die wissenschaftlichen Verhältnisse günstiger. Wir sind unser mehr, in unseren verbesserten Schulen können wir uns besser vorbereiten, unsere Hilfsmittel sind reicher und mit den wissenschaftlichen Institutionen der grossen Welt stehen wir in engerer Verbindung, uns könnte der Fortschritt leichter sein. Aber trotz alledem dürfen wir uns damit nicht zufrieden geben.

An gutem Willen fehlt es uns nicht, doch es mangelt uns an einem, worüber Jedlik und seine Zeitgenossen in grösserem Maasse verfügten, es mangelt uns an Zeit, welche wir ungestört auf unsere wissenschaftliche Thätigkeit verwenden könnten.

Die vielen Anforderungen des socialen Lebens, welche den Gelehrten in der Stille seines Studierzimmers stören und ihn, mit oder ohne seinen Willen, zum Auftreten in der Oeffentlichkeit zwingen; dazu unsere unselige Gewohnheit, unter dem Vorwande der Reform, gelegentlich der Vollendung

unserer Arbeit, immer neue und neue Einrichtungen zu treffen, anstatt dass wir ernstlich zugreifen würden, zersplittert unsere Fähigkeiten und lässt unsere Kraft vor der Zeit erlahmen.

Die Wissenschaft aber drückt, wie eine eifersüchtige Geliebte, ihren Kuss nur auf die Stirne desjenigen, der ihr jede Minute seines Lebens weiht. Desshalb müssen wir, wenn wir es ernstlich wollen, dass in der wissenschaftlichen Welt einst auch die Wissenschaft der Ungarn in Betracht gezogen werde, Jedlik's Beispiel folgen, und den Versucher, der auf dem Wege der Nebenbeschäftigung uns mit leichter erreichbaren Lorbeeren winkt, mit seinen Worten abweisen: «Hat der Herr nichts zu thun? Wir haben viel zu thun».

Jeder von uns möge die Zeit, welche ihm der Allmächtige für sein Erdenwallen bemessen hat, zu der von sich gewählten Aufgabe mit solcher Ausdauer und solcher Sparsamkeit ausnützen, wie *Jedlik* diese nahezu hundert Jahre ausgenützt hat, welche Gott ihm aus besonderer Gnade zukommen liess.

Bewahren wir sein Andenken!

2. *Jahresbericht des Generalsecretärs Coloman v. Szily.*

Die vorjährige Festsitzung der ungarischen Akademie der Wissenschaften schloss sich würdig den grossen Feierlichkeiten des Millenniums an. Unsere Akademie führt nicht, wie die meisten andern wissenschaftlichen Gesellschaften der monarchischen Staaten, den Beinamen einer «Königlichen» Akademie der Wissenschaften. Sie ist durch die Nation begründet worden, die Nation baute ihren Palast, sie stiftete und vermehrt fortwährend ihr Grundkapital.

Da sie aber unter besonderem Schutze seiner kaiserlichen und apostolisch königlichen Majestät steht, ist sie eines der schönsten Symbole der Vereinigung der nationalen Interessen, mit dem königlichen Schutze.

Seitdem die Akademie besteht, haben zu verschiedenen Malen Mitglieder der königlichen Familie ihre Festsitzungen besucht. Auch im Jahre 1896, wo Ungarn sein tausendjähriges Bestehen feierte, erschien seine Majestät in der feierlichen Jahressitzung der Akademie.

Auf der Millenniums-Ausstellung stellte auch die Akademie die Früchte ihrer bisherigen Wirksamkeit aus.

Nach dem ausgegebenen Verzeichniss sind im Selbstverlage der Akademie, die mit ihrer Unterstützung erschienenen Werke nicht eingerechnet, von 1831 bis Ende 1895 1083 Bände erschienen, und zwar: 256 Bände als Arbeiten der I-ten, 538 Bände der II-ten und 140 Bände der III-ten Classe. Die übrigen 149 Bände sind der gesammten Akademie zugehörig. Von den Original-Werken beschäftigen sich 90% ausschliesslich mit der ungarischen Sprache, mit der Geschichte Ungarns oder mit dessen naturgeschichtlichen oder gesellschaftlichen Verhältnissen.

Die Thätigkeit der Akademie im Jahre 1896 können wir in Folgen-

dem zusammenfassen. In der ersten Classe ist von der zweiten Auflage des Dialektwörterbuches, vom ord. Mitgl. *Josef Szinnyei* redigiert, der erste Band schon erschienen.

Das diplomatische Wörterbuch, zu welchem der verstorbene *Stephan Szamota* 20,000 ungarische Worte gesammelt hat, wird in der Bearbeitung von *Julius Zolnai* noch in diesem Jahre erscheinen.

Das corr. Mitgl. *Anton Bartal* arbeitet noch immer am Wörterbuch der Latinismen in Ungarn, und ordnet jetzt das Material von 60.000 Worten. Ein Wörterbuch der ungarischen litterarischen Sprache soll demnächst folgen.

Die Vorträge, welche in den Sitzungen der ersten Classe gehaltsn wurden, beschäftigen sich vorzugsweise mit sprachwissenschaftlichen Gegenständen. Die corr. Mitgl. *Bernhard Munkácsi*, *Moritz Szilasi* und *Emil Setälä* behandelten das Verhältniss der ungarischen Sprache zu den ugrischen Sprachen.

Ord. Mitgl. *Georg Volf* legt eine grössere Abhandlung vor unter dem Titel: «Die Kirchenslavische Sprache und die Besitzergreifung Ungarns.»

Wilhelm Pecz sprach über den ursprünglichen Namen der Ungarn und über die Genealogie der Familie Árpád's.

Vorträge hielten noch *Áron Szilády*, *Cyrill Horváth* und *Béla Tóth* über das Königsberger Fragment

Der Generalsecretär *Coloman v. Szily* legte ein aus der Zeit vor de Schlacht bei Mohács stammendes Gebetbuch vor, welches zu Ehren der Spenderin unter dem Namen «*Selma Lázár Codex*» der Codex-Sammlung der Akademie einverleibt wurde. Andere Vorträge, welche sich nicht auf die ungarische Sprache beziehen, hielten, das corr. Mitgl. *Ignaz Kunos*, der über die fremden Elemente in der türkischen Sprache, und das corr. Mitgl. *Gedeon Petz*, der über den Accent in den germanischen Sprachen vortrug.

Nicht minder reich war das vorige Jahr an litteraturgeschichtlichen Arbeiten. Es ist der VI. Band des mit besonderer Sorgfalt redigierten «Régi Magyar Költők Tára» (Sammlung der Werke alter ungarischer Dichter) und der VI. und VII. Band der Briefe *Franz Kazinczy's* erschienen. Es erschien ferner die erste Hälfte des III. Bandes des von *Karl Szabó* begonnenen und von *Árpád Hellebrant* fortgesetzten «Régi Magyar Könyvtár» (Alte ungarische Bibliothek). Endlich eine ganze Reihe von litteraturgeschichtlichen Abhandlungen von *Franz Radics*, *Stephan Hegedüs*, *Cornelius Rupp*, *Oskar Asbóth* und *Anton Radó*. Von letzterem erschien auch ein selbstständiges Werk: «Die Geschichte der italienischen Litteratur», welches eine fühlbare Lücke in unserer Litteratur ausfüllt.

Neben dieser regen Thätigkeit auf dem Gebiete der Litteraturgeschichte nehmen die wenigen kunstgeschichtlichen Arbeiten bloss einen bescheidenen Raum ein. Trotzdem die Pflege der Kunstgeschichte in das Gebiet zweier Classen der Akademie fällt, vergehen oft Jahre, ohne dass

ein Werk auf diesem Gebiete zu Stande kommen würde. Im verflossen Jahre können wir auch nur auf zwei Abhandlungen hinweisen. Corr. Mit *Julius Pasteiner* trug über die Wandgemälde im XVIII. Jahrhundert Ungarn vor, und *Johann Télfy* über die Restaurierungspläne des Partheno

In der II. Classe war die grösste Thätigkeit auf dem Gebiete d Geschichte. Aus den gelegentlich der Millenniumsausgabe der Quellen d Geschichte der Eroberung Ungarns, ist im Separatabdrucke die Abhan lang: «Ueber die Denkmäler aus der Zeit der Eroberung Ungarns» v *Josef Hampel* erschienen. Auch sonst war das Millenniumsjahr an geschich lichen Werken ergiebig. Vom ord. Mitgl. *Alexander Szilágyi* ist der XI Band der Schriften der «Siebenbürger Landtage» erschienen, von *Coloma Thaly* die Briefe des Fürsten Emerich Thököly aus dem Jahre 1691—9 von *Julius Nagy* die Tagebücher von Georg Vass und Ladislaus Vass a dem XVII. und XVIII. Jahrhundert. Von *Alexander Kolozsvári* und *Clem Óvári* die erste Hälfte des vierten Bandes der «Ungarischen recht geschichtlichen Denkmäler»; von *Theodor Ortvay* die Geschichte des T meser Comitats und der Stadt Temesvár; von *Josef Thury* der II. Ba von der Uebersetzung der sich auf Ungarn bezüglichen Werke türkisch Geschichtsschreiber. Ferner können wir noch erwähnen: «Leibeigen besteuerung am Ende des XVI. Jahrhunderts» von *Ignaz Acsády*; «I Schulen der Cistercienser in Paris im Mittelalter» von *Remigius Béke* «Die Geschichte eines nationalen Kampfes» von *Andreas György*; «I Entstehung des Comitats Ugocsa» von *Andreas Komáromi*; «Geschichtlic Uebereinstimmungen und Irrthümer» von *Florian Mátyás*: «Die Absta mung des Romanenthums aus Illiricum» von *Ladislaus Réthy*: «Die st tegische Bedeutung des nach Dacien führenden Weges» von *Gab Téglás*; «Polnische Beiträge zur Geschichte Ungarns im XVI—XVI Jahrhundert» von *Andreas Veress*.

In der Reihe der socialwissenschaftlichen Abhandlungen finden drei Antrittsvorträge: von *Johann Asbóth* «Ueber die leitenden Ideen seres Zeitalters»; von *Eugen Gaal* «Das socialpolitische System Carlyle und von *Ignaz Kuncz* «Ueber die staatliche Autonomie». Zwei Gä hielten Vorträge: *David Pap* über die Ansiedelungsfrage, und *Karl T rózsy* über die ökonomischen und hygienischen Verhältnisse des Neutr Comitats. Am wichtigsten jedoch ist die Herausgabe der Sammlung aus dem Jahre 1843 stammenden criminalrechtlichen Entwürfe, mit ei einleitenden Abhandlung von *Ladislaus Fayer*.

Die Thätigkeit unserer Akademie auf dem Gebiete der Philosop weist, im Vergleiche zu der in den fünfziger Jahren, einen entschiede Rückfall auf. Die Akademie sucht in jeder Weise die Pflege der Philosop zu fördern, giebt eine philosophische Zeitschrift heraus, schreibt Pr fragen aus, der erwartete Aufschwung tritt jedoch nicht ein. Auch vergangenen Jahre haben wir nur ein philosophisches Werk zu verzei nen, welches aber einem Ereigniss gleichkommt, da es von der Geist

frische und ungeschwächten Denkkraft des allgemein verehrten Nestors der Akademie, *Samuel Brassai*, Zeugniss ablegt.

In den Sitzungen der mathematischen und naturwissenschaftlichen Classe war, wie immer, auch im vorigen Jahre die Tagesordnung an Vorträgen so reich, dass wir die einzelnen Vorträge alle dem Titel nach nicht erwähnen können. Aber nicht nur an kleineren Abhandlungen, sondern auch an grösseren selbstständigen Werken war das vorige Jahr besonders reich. Viele Werke, zu denen die Akademie den Auftrag schon lange, zu manchen sogar vor Jahrzehnten, gegeben hat, sind noch im Laufe des vorigen Jahres oder zu dessen Ende erschienen. Schon vor mehr als zwanzig Jahren gab die Akademie *Karl Than* den Auftrag, ein Handbuch der Experimentalchemie zu verfassen. Am Ende des vorigen Jahres ist der erste Theil dieses Werkes erschienen, welches der Erfolg langjähriger Studien und Erfahrungen ist und in der Litteratur jeder Nation einen hervorragenden Platz einnehmen würde. Die Erfolge einer auch sich beinahe auf ein Jahrzehnt erstreckenden Thätigkeit brachte das Werk: «Bericht über Forschungen über Gravitation und Magnetismus» von Bar. *Roland Eötvös* vor die Oeffentlichkeit. Es bereicherte die Physik mit einer ausserordentlich feinen Beobachtungsmethode, durch welche wir die bisher ganz unzugänglichen Veränderungen, so der Gravitationskraft, als der magnetischen Kräfte beobachten können. Im verflossenen Jahre erschien die erdmagnetische Aufnahme der Länder der ungarischen Krone, durch welche wir an der Ergänzung des sich auf ganz Europa erstreckenden Netzes theilnahmen. Es erschien ferner der zweite Band von *Isidor Fröhlich's* theoretischer Physik, welcher die Dynamik enthält. Endlich erschien der erste Band von der zweiten Ausgabe des weltberühmten «Tentamen» von *Bolyai*, in welchem *Julius König* und *Moriz Réthy* dieses in einer diesem grundlegenden Werke würdigen Form vor die Oeffentlichkeit bringen.

Im verflossenen Jahre hat die Akademie folgende Mitglieder durch den Tod verloren: *August Kanitz*, correspond. Mitglied, Professor der Botanik an der Universität zu Klausenburg, starb am 12. Juli; *Theodor Margó*, Ehrenmitgl., Professor der Zoologie an der Universität zu Budapest, starb am 5. September; *Franz Balássy*, Probstpfarrer, starb am 4. Oktober; das ord. Mitgl. *Friedrich Hazslinszky*, pensionierter Professor des Eperjeser Collegiums starb am 17. November; *Ernst Engel*, auswärtiges Mitglied, am 8. December; *Emil Dubois-Reymond*, auswärtiges Mitgl., lebenslänglicher Secretär der Akademie zu Berlin, einer der Begründer der heutigen Physiologie, am 26. December; *Ludwig Jurányi*, ord. Mitgl., Professor der Botanik an der Universität zu Budapest, am 27. Februar; *Karl Torma*, ord. Mitgl., pensionierter Professor der Budapester Universität, am 1. März; *Ludwig Martin*, corr. Mitgl., Professor der höheren Mathematik an der Universität zu Klausenburg, am 4. März; *Stephan Szilágyi*, corr. Mitgl., pensionierter Professor am Collegium Mármaros-Sziget, am 12. April.

Den grössten Verlust hatte die III. Classe und besonders die bo nische Abtheilung, die auf einmal drei Vertreter verlor.

Unsere Akademie bewahrte von Anfang an immer die Erinneru an ihre Todten, sie nimmt ihre Namen nicht nur in ihren Almanach a sondern hält auch in ihren Sitzungen Gedächtnissreden über dieselb Die Bilder solcher Männer, die sich auf einem Gebiete der Wissensch besondere Verdienste erworben haben, werden im Bildersaale der Ak demie untergebracht. Auch das Gedächtniss ihres Begründers, des Graf *Stephan Széchenyi*, bewahrte sie stets. Sein Monument, welches vor dem G bäude der Akademie steht, die Gedenktafel am Gebäude selbst, die Traue Ode von Johann Arany, sind alle im Auftrage der Akademie entstande

Bei den zur Erinnerung an Széchenyi gehaltenen Feierlichkeit feiern die dazu aufgeforderten Fachleute seine Wirksamkeit auf den v schiedenen Gebieten der Litteratur und des öffentlichen Lebens. Hi können wir den Vortrag *Alexander Lipthay's* «Ueber die technisch Schöpfungen Széchenyi's» erwähnen, welcher auch im vorigen Jahre halten wurde. Zur hundertjährigen Geburtsfeier Széchenyi's schri die Akademie einen Preis von 2000 Gulden auf seine Biographie aus. vorigen Jahre fasste die Akademie den Beschluss, zur Erinnerung Széchenyi eine Sammlung zu gründen, wo sie alle Ausgaben seiner eigen Werke, alle auf sein Leben und seine Wirksamkeit bezüglichen Gege stände, sowie seine Tagebücher und auf ihn oder seine Umgebung bezi liche Reliquien aufnehmen soll. Wenn das in der gehofften Weise v wirklicht sein wird, so wird es auch im Kreise des Publikums Erinnerung an den Namen und die Wirksamkeit Széchenyis rege erhalt

3. A) *Vermögen der Akademie am 31. December 1896.*

I. *Activum.*

	Ende 1895	Ende 1896
1. Werthpapiere der Akademie insgesammt	1.508,142 fl. 96 kr.	1.526,482 fl. 51
2. Gebäude der Akademie, Einrichtung, Bibliothek	1.000,000 « — «	1.000,000 « —
3. Äussere Stiftungen, Fonds, Immobilien	124,882 « 65 «	114,882 « 65
4. Rückständige Interessen, Hausmiethe	1193 « — «	1648 « —
5. Verschiedene Forderungen der Akademie	88,615 « 65 «	86,265 « 59
6. Im Vorhinein für 1897 bezahlte Gebühren	2598 « 85 «	3397 « 18
7. Ausstehende Vorschüsse	1723 « 99 «	1693 « 99
8. Hauszinsrückstände	361 « 04 «	261 « 04

II. *Passivum.*

1. Die von der Akademie verwalteten Fonds	147,275	fl.	48	kr.	150,369	fl.	24	kr.
2. Verschiedene Forderungen und Miethzins	45,567	«	45	«	40,442	«	65	«
3. Vermögen der Akademie zu Anfang des Jahres	2.515,616	«	18	«	2.534,675	«	18	«
4. Vermögenszunahme	19,059	«	—	«	9,143	«	89	«
III. *Gesammtvermögen der Akademie*	2.534,675	«	18	«	2.734,630	«	96	«

B) *Einnahmen der Akademie im Jahre 1896.*

1. Interessen von Stiftungen und anderen Forderungen	6138	fl.	74	kr.
2. Ertrag der Werthpapiere	60,994	«	64	«
3. Hausmiethe	41,845	«	50	«
4. Erlös verkaufter Bücher	8,378	«	36	«
5. Landessubvention wie im verflossenen Jahre	40,000	«	—	«
6. Immobilien	785	«	72	«
7. Legate und Spenden	4254	«	33	«
8. Einzahlung der Ungarischen Kaufmannshalle	158	«	50	«
9. Neue Stiftungen	4531	«	06	«
10. Cursdifferenzen	200	«	—	«

C) *Ausgaben der Akademie im Jahre 1896.*

1. Personalbezüge	31,809	fl.	28	kr.
2. Jahrbuch, Anzeiger, Almanach u. s. f.	4958	«	73	«
3. I. Classe und deren Commissionen	15,500	«	—	«
4. II. « « « «	29,000	«	—	«
5. III. « « « «	16,000	«	—	«
6. Büchereditions-Commissionen und Unterstützung anderer Büchereditionen	5000	«	—	«
7. Graf Széchenyi's Werke	916	«	32	«
7a. Szinnyei: Ungarische Schriftsteller	1200	«	—	«
7b. Millenniumsausgabe (Beitrag)	2542	«	87	«
8. Preise	6398	«	50	«
9. Unterstützung des «Budapesti Szemle» (Budapester Revue)	4000	«	—	«
10. Pränumeration auf die «Ungarische Revue»	1100	«	—	«
11. Pränumeration auf die «Naturwiss. Berichte»	1500	«	—	«
12. Bibliothek und Handschriftensammlung	5993	«	28	«
13. Instandhaltung der Gebäude der Akademie	12,660	«	04	«

14.	Anwalt, Bureau, vermischte Ausgaben	7060 fl.	44 k.
15.	Steuer	14,614 «	68 «
16.	Interessen der verwalteten Fonds	2283 «	24 «
17.	Unvorhergesehene Ausgaben	4107 «	15 «
18.	Rückerstattung an das Grundcapital (Wandgemälde im Festsaal, Rate)	2800 «	— «

D) *Voranschlag für 1897.*

Einnahmen.

1.	Interessen der Stiftungen	3000 fl.	— kr.
2.	Forderungen	3300 «	— «
3.	Ertrag der Werthpapiere	63,200 «	— «
4.	Ertrag der Immobilien	500 «	— «
5.	Hausmiethe	42,000 «	— «
6.	Erlös für verkaufte Bücher	9000 «	— «
7.	Rückerstattung von Seite der Classen	1113 «	49 «
8.	Landes-Subvention	40,000 «	— «
9.	Schenkungen und andere Einnahmen	17,461 «	70 «

Ausgaben.

1.	Personalbezüge	31,439 fl.	20 kr.
2.	Anzeiger, Almanach u. s. f.	5000 «	— «
3.	I. Classe und deren Commissionen	17,033 «	20 «
4.	II. « « « «	36,339 «	34 «
5.	III. « « « «	21,989 «	16 «
6.	Unterstützung von Büchereditions-Unternehmungen	5000 «	— «
7.	Graf Széchenyi's Werke	1000 «	— «
7*a*.	Szinnyei: Biographien	1200 «	— «
7*b*.	Ausgabe der Correspondenz Kazinczy's	1600 «	— «
8.	Preise	7000 «	— «
9.	Budapesti Szemle (Budapester Revue)	4000 «	— «
10.	Für ausländische Publicationen über ungarische Litteratur	1600 «	— «
11.	Pränumeration auf die «Math. naturw. Berichte»	1500 «	— «
12.	Bibliothek und Handschriftensammlung	6500 «	— «
13.	Instandhaltung der Gebäude, Heizung, Beleuchtung etc.	7400 «	— «
14.	Vermischte Ausgaben	6000 «	— «
15.	Steuer	13,000 «	— «
16.	Interessen aus den von der Akademie verwalteten Fonds	2400 «	— «
17.	Rückerstattung an das Grundcapital	3200 «	— «
18.	Unvorhergesehene Ausgaben	3000 «	— «
		177,800 fl.	90 kr.
	Vermehrung des Grundcapitals	1,774 «	29 «

4. *Die Zahl der Mitglieder der Ungarischen Akademie der Wissenschaften* betrug zu Ende des Jahres 1897 insgesammt 216. Von diesen waren 21 Ehrenmitglieder, 57 ordentliche, 138 correspondierende Mitglieder.

Der Directionsrath bestand aus 14 Mitgliedern.

Auf die einzelnen Classen vertheilen sich die Mitglieder wie folgt:

Die I. (sprach- und schönwissenschaftliche) Classe hatte 6 Ehren-, 12 ordentliche, 33 correspondierende und 27 auswärtige, zusammen 78 Mitglieder.

Die II. (philosophisch-historische) Classe zählte 8 Ehren-, 24 ordentliche, 56 correspondierende und 30 auswärtige, zusammen 118 Mitglieder.

Die III. (mathematisch-naturwissenschaftliche) Classe zählte 7 Ehren-, 21 ordentliche, 49 correspondierende und 21 auswärtige, zusammen 98 Mitglieder.

5. *Bibliothek.* Die Anzahl der geordneten Fachwissenschaften war 52, die Anzahl der geordneten Werke 53,799.

Darunter: Anthropologie 293, Naturwissenschaft 173, Physik 889, Chemie 414, Mathematik 1070, Naturgeschichte 128, Zoologie 486, Botanik 418, Mineralogie 509, Medicin, Anatomie, Physiologie 2395.

Der nach dem Alphabet geordnete grosse Zettelkatalog enthält zur Zeit 53,282 Zetteln. Zur Ordnung des Bestandes an Zeitschriften und in Fortsetzungen erscheinenden Werken wird zur Zeit ein besonderer Zettelkatalog angefertigt.

Die Zahl der Bände der Fachkataloge beträgt 100.

Die Zunahme der Bibliothek im Jahre 1896 weist die folgenden Zahlen auf:

a)	Durch Tauschverkehr mit 213 auswärtigen Akademien, auswärtigen und ungarischen Gesellschaften und Municipien	727
b)	Geschenke von Privatpersonen	312
c)	Pflichtexemplare von 36 Druckereien	971
d)	Eigene Ausgaben der Akademie	35
e)	Durch Kauf	319
	Summe der gesammten Zunahme im Jahre 1896	2364 Werke,

d. i. 1542 Bände, 1435 Hefte, 161 Schulprogramme, 41 Zeitungen und 5 Atlas.

Hiezu kommen noch 168 ausländische und ungarische Zeitschriften.

Im Lesesaal der Bibliothek benützten im Jahre 1896 7169 Personen 10,727 Werke, während 130 Personen 409 Werke entliehen.

Zusammen benützten demnach 7299 Personen 11,136 Werke.

Die Goethe-Sammlung besuchten seit deren Eröffnung 1600—1700 Personen.

6. *Die Preisausschreibungen der Akademie 1897.*

I. Classe. a) *Neue Preise:*

Graf Josef Teleki-Preis. Gegenstand: Tragödien, mit Ausschluss c Mittelgattungen. Versform gefordert. Preis 100 Dukaten. Termin 30. S tember 1898. — Graf Karácsonyi-Preis. Gegenstand: Ernste dramatisc Werke (Tragödien, historische-, romantische-, bürgerliche Schauspiele u. s. Preis 200 Dukaten. Termin 30. September 1899. — Graf Thomas Nádas Stiftung. Gegenstand: Episches Gedicht. Preis 100 Dukaten. Ter 30. September 1898. — Julius Bulyovszky-Stiftung. Gegenstand: Ode, a dem Ideenkreis der patriotischen Kämpfe der ungarischen Nation. Pr 200 Gulden. Termin 30. September 1897. — Farkas-Raskó-Stiftung. Geg stand: Patriotisches Gedicht (Hymne, Ode, Elegie, Ballade, poetische E zählung, Lehrgedicht oder Satire). Preis 100 Gulden. Termin 30. Septe ber 1897. — Preis aus den Interessen der Lévay-Stiftung. Gegenstan Das Leben und die Werke Alexander Kisfaludy's. Preis 1000 Gulden. T min 30. September 1899. — Aus der Gorove-Stiftung 100 Dukaten. Geg stand: Das Verhältniss der Kunst und Sittlichkeit zu einander. Ter 30. September 1898. — Auf den Péczely-Preis für Romane können c currieren Romane, deren Gegenstand aus der ungarischen Geschicl oder aus dem ungarischen gesellschaftlichen Leben genommen ist. kommen alle solchen Romane, welche in den Jahren 1895—96, ob selb ständig oder in Zeitschriften erschienen sind. Termin 30. September 18

b) *Wiederholt ausgeschriebene Preise:*

Graf Josef Teleki-Preis. Gegenstand: Tragödien, mit Ausschluss c Mittelgattungen. Versform gefordert. Preis 100 Dukaten. Termin 30. S tember 1897. — Graf Karácsonyi-Preis. Gegenstand: Lustspiele (je Gattung). Preis 200 Dukaten. Termin 30. September 1897. — Fra Kóczán-Stiftung. Schauspiel, dessen Gegenstand aus der Zeit der Köni Emerich, Andreas II. oder Béla IV. genommen ist. Preis 100 Dukat Termin 31. Mai 1897. — Christine Lukács-Stiftung. Gegenstand: Die G schichte der ungarischen lyrischen Dichtung. Preis 1000 Gulden. Ter 30. September 1898. — Marczibányi-Stiftung. Gegenstand: Die geschic lichen Veränderungen der ungarischen Wortfolge. Preis 40 Dukaten. T min 30. September 1897. — Christine Lukács-Stiftung. Gegenstand: I türkischen Elemente in der ungarischen Sprache. Preis 1000 Gulden. T min 30. September 1899. — Die ungarische Akademie der Wissenschaf entschloss je ein Exemplar des ungarischen sprachgeschichtlichen Wört buches als Preis für je einen Hörer der Universität in Budapest u Klausenburg zu geben, welchen die Professoren des betreffenden Fac (ungarische Sprachwissenschaft) dazu als würdig empfehlen werden.

II. Classe. a) *Neue Preise:*

Akademischer grosser Preis für das Jahr 1897 (200 Dukaten) und Marczibányi-Nebenpreis (50 Dukaten) für Werke aus dem Kreise der philosophischen Wissenschaften, die in den Jahren 1891—1897 erschienen sind. — Karl Kanizsay-Stiftung. Gegenstand aus der ungarischen Geschichte des XVI. oder XVII. Jahrhunderts. Preis 400 Gulden. Termin 31. December 1898. — Alexander Vigyázó-Stiftung. Gegenstand: Geschichte der ungarischen Leibeigenschaft von 1514 bis zur Zeit der Königin Maria Theresia. Preis 600 Gulden. Termin 30. September 1899. — Vitéz-Stiftung Gegenstand: Die Geschichte der Errichtung des beständigen ungarischen Heeres unter Karl III. Preis 40 Dukaten. Termin 30. September 1899. — Ladislaus Bükk-Stiftung. Gegenstand: Die Geschichte Siebenbürgens unter den nationalen Fürsten, mit Rücksicht auf die Culturgeschichte. Preis 1000 Gulden. Termin 31. December 1897 (gewünscht Programm und Musterabschnitt). — Aus den Zinsen der Scitovszky-Stiftung hat der historische Ausschuss beschlossen, Anton Beke Domherr von Karlsburg den Auftrag zu geben, dass er in den Archiven zu Rom auf die Siebenbürger Kirchengeschichte bezügliche Untersuchungen anstelle, und von deren Resultat seiner Zeit der Akademie Bericht erstatte. — Stiftung der Ersten Ungarischen Versicherungs-Gesellschaft. Gegenstand: Welche gesellschaftlichen und wirthschaftlichen Gründe haben in manchen Gegenden des jenseits der Donau gelegenen Theiles unseres Vaterlandes das auffällige Sinken der Geburten herbeigeführt, und mit welchen Verordnungen könnten wir dem Uebel abhelfen. Preis 500 Gulden. Termin 30. September 1898. — Ullmann-Stiftung. Gegenstand: Der Concurrent erkläre: ob das System der Renten-Besitze auf unsere heimatlichen Verhältnisse mit Erfolg anwendbar ist? Preis 360 Gulden Gold. Termin 30. September 1898.

b) *Wiederholt ausgeschriebene Preise:*

Dora-Stiftung. Gegenstand: Die Handelsgeschichte einer unserer bedeutenderen Städte vom Szatmárer Frieden bis 1867. Preis 100 Dukaten. Termin 30. September 1897. — Preis der Ersten Ungarischen Versicherungs-Gesellschaft. Gegenstand: Die allgemeinen Gesetze der Vertheilung des Einkommens. Preis 500 Gulden. Termin 30. September 1897. — Andreas Fáy-Stiftung. Gegenstand: Geschichte der ungarischen Verfassung bis 1848. Preis 3000 Gulden. Termin 30. September 1900. — Gorove-Stiftung. Gegenstand: Kritische Besprechung der Theorien der englischen Moralisten im XVII. und XVIII. Jahrhundert, nach Original-Quellen. Preis 100 Dukaten. Termin 30. September 1899. — Bézsán-Stiftung. Gegenstand: Die Geschichte der Baukunst in Ungarn in der Zeit der Árpáden. Preis 1200 Gulden Gold. Termin 31. December 1898. — Alexander Vigyázó-Stiftung. Gegenstand: Wann und inwiefern ist die goldene Bulle von 1222 das Grundgesetz unseres gemeinen Rechts geworden. Preis 600 Gulden.

Termin 30. September 1897. — Sztrokay-Stiftung für das beste der re und staatswissenschaftlichen Werke, die in den Jahren 1896 und 189 schienen sind. Preis 100 Dukaten. Termin 31. December 1897. — Péc Stiftung. Gegenstand: Die Geschichte und Entwickelung der königli Kanzlei auf Grund herausgegebener und nicht herausgegebener Que Preis 1000 Gulden (Gold). Termin 30. September 1898. — Széch Stiftung der Ungarischen Kaufmannshalle. Gegenstand: Der Wett der verschiedenen Formen des Detailhandels unter sich und mit den sumvereinen, und deren wirthschaftliche und socialpolitische Fo Preis 1000 ungarische Francs. Termin 30. September 1897. — L Stiftung. Gegenstand: Es ist zu entwickeln der Einfluss, welchen die den siebziger Jahren bestehenden weltwirthschaftlichen Verhältnisse, die Einträglichkeit der Landwirthschaft bisher ausübten und in der n Zukunft ausüben werden. Mit besonderer Rücksicht auf Ungarn. Prei Gulden. Termin 30. September 1897. — Es ist zu entwickeln die Auf die Organisation und die Methode der Demographie vom Standpunkt modernen staatlichen und socialen Fragen. Preis aus der Heinrich Po Stiftung 75 Gulden. Termin 30. September 1897. — Fáy-Stiftung Pester Vaterländischen Sparcassen-Gesellschaft. Gegenstand: Die Gesch Ungarns von 1301 bis zum Tode Matthias I. Preis 5000 Gulden. Te 30. September 1897. — Die Akademie beschloss, jedes Jahr eine Ab lung der in ihrem Verlage erschienenen «Monumenta Hungariæ Histor als Preis für solche Hörer der Universitäten Budapest, Klausenburg Agram auszusetzen, welche sich mit Geschichte befassen und von de treffenden Professoren als der Auszeichnung würdig vorgeschlagen wer

III. Classe. a) *Neue Preise:*

Graf Béla Széchenyi-Stiftung. Gegenstand: Geographische Besc bung der linksseitigen grösseren Nebenflüsse der Donau in Ungarn, besonderer Rücksicht auf Terrassenbildungen. Preis 200 Dukaten. Te für das Programm 30. September 1897. — Tomori-Stiftung. Gegenst Die Grundsätze der allgemeinen Theorie der analytischen Functionen deren Anwendung auf eine specielle Classe der Functionen, z. B. au Classe der algebraischen-, elliptischen oder Abel'schen Functionen. 1000 Gulden. Termin für das Programm 30. September 1897.

b) *Wiederholt ausgeschriebene Preise:*

Lévay-Stiftung. Gegenstand: Es ist zu entwickeln, in welchem hältnisse der Ertrag des Forstbetriebes zu dem der anderen Bodencult in Ungarn steht. Preis 1000 Gulden. Termin 30. September 1898. — V Stiftung. Gegenstand: Bearbeitung einer kleineren Thiergruppe Ung auf Grund selbstständiger Untersuchungen. Preis 40 Dukaten. Te 30. September 1898.

7. Die Editionen der Akademie betrugen im Jahre 1896 1060 D

bogen in 50 Werken. Unter den erschienenen Werken sind die Folgenden zu erwähnen: «Archæologische Zeitschrift». Redigiert von Josef Hampel. Band XVI. — «Athenæum». Philosophische und staatswissenschaftliche Zeitschrift. Redigiert von Emerich Pauer. — «Kriegsgeschichtliche Mittheilungen». Redigiert von Eugen Horváth. — «Litteraturgeschichtliche Mittheilungen». Redigiert von Áron Szilády. — «Mathem. und Naturwiss. Berichte». Redigiert von Julius König. Band XIV. — «Sprachwissenschaftl. Mittheilungen». Redigiert von Josef Szinnyei. Band XXVI. — «Geschichtliche Sammlung». Redigiert von Alexander Szilágyi. — Ignaz Acsády: «Die Frohnbesteuerung im Jahre 1577—1597». — Johann Asbóth: «Die leitenden Ideen unseres Zeitalters». — Remigius Békefi: «Die Schulen der Cistercienzer in Paris im Mittelalter». — Samuel Brassai: «Wahre positive Philosophie». — Alexander Szilágyi: «Denkmäler vom Siebenbürger Landtage». — Ladislaus Fayer: «Sammlung der criminalrechtlichen Entwürfe von 1843». — Isidor Fröhlich: «Handbuch der theoretischen Physik». III. Band. — Ignaz Halász: «Die schwedisch-lappische Sprache». — Josef Hampel: «Denkmäler aus der Zeit der Eroberung Ungarns». — Stephan Hegedüs: «Guarinus und Janus Pannonius». — Andreas Högyes: «Gedächtnissrede auf Ludwig Markusovszky». — Julius Kautz: «Gedächtnissrede auf Wilhelm Roscher». — Dr. Johann Váczy: «Der Briefwechsel Franz Kazinczy's». — Andreas Komáromy: «Entstehung des Comitates Ugocsa». — Ignaz Kunez: «Staatliche Autonomie». — Ignaz Kunos: «Ueber die türkischen Dialekte in Kleinasien». — Alexander Lipthay: «Technische Schöpfungen des Grafen Stephan Széchenyi». — «Ungarische rechtsgeschichtliche Denkmäler», gesammelt von Dr. Alexander Kolozsvári und Dr. Clemens Óváry. — Coloman Thaly: «Briefe des Fürsten Emerich Thököly». — «Ungarische Jahrbücher und Tagebücher aus dem XVI—XVII. Jahrhundert», von Julius Nagy. — Florian Mátyás: «Geschichtliche Uebereinstimmungen und Irrthümer». — Bernhard Munkácsi: «Wörterbuch der Votjaken-Sprache». — Bernhard Munkácsi: «Erinnerung an Josef Budenz». — Theodor Ortvay: «Geschichte des Temeser Comitats und der Stadt Temesvár». — Anton Radó: «Die Geschichte der italienischen Litteratur». — «Sammlung der Werke altungarischer Dichter», von Áron Szilády. — «Sammlung der von ungarischen Autoren im Auslande von 1480 bis 1711 erschienenen Werke», von Karl Szabó und Árpád Hellebrant. — Ladislaus Réthy: «Der Romanismus in Illiricum». — Anton Zichy: «Briefe des Grafen Stephan Széchenyi an seine Eltern». — Alexander Szilágyi: «Gedächtnissrede auf Karl Szabó». — Karl Thuróczy: «Das Comitat Nyitra». — «Ugrische Hefte» auf Grund der Forschungen Karl Pápai's, zusammengestellt von Bernhard Munkácsy. — Andreas Veress: «Polnische Beiträge zur Geschichte unseres Vaterlandes im XVI—XVIII. Jahrhundert.» — Georg Volf: «Die ersten christlichen Missionäre in Ungarn.»

Die ungarische Akademie hat im verflossenen Jahre folgende grössere Vermächtnisse erhalten: von der «Vereinigten Budapester Hauptstädtischen

Sparkasse» 4000, von Theodor Margó 3000, von Géza Palásty 10,000, von *Frau Kempf*, geb. Katharina Jankó 1000, von Andreas Mechwart 3000, von *Karl Pászthory* 500, von einem anonymen Spender 1000, vom Benediktiner Orden 5000 und von *Salamon Taub* 2000 Gulden.

Bericht über die Londoner internationale bibliographische Conferenz im Juli des Jahres 1896.

(Gelesen vom ord. Mitgl. *August Heller* in der Sitzung vom 5. October 1896.)

Im selben Maasse, als die Mathematik und die Naturwissenschaften die wissenschaftliche Welt in immer weiteren Kreisen beschäftigen, und die stets neue Pfade eröffnende Forschung eine immer umfangreichere Litteratur hervorbringt, fühlen wir mehr und mehr die Nothwendigkeit eines Kataloges von den auf diesem Gebiete bisher erschienenen und in unseren Tagen erscheinenden Werken, in welchem wenigstens die Titel aller mathematischen und naturwissenschaftlichen Werke aufzufinden sind. Die naturwissenschaftliche Forschung verfügt heute schon über eine so umfangreiche Litteratur, dass deren vollständige Uebersicht schier unmöglich ist, für den einzelnen Forscher ist es aber unumgänglich nothwendig ein Verzeichniss zu besitzen, welches eine wissenschaftliche Frage betreffend die ganze Litteratur umfasst, damit er in seiner Arbeit nicht gehemmt sei und keine vergebliche Arbeit zu verrichten habe. Von diesem Zustande stehen wir aber noch trotz allen Bemühungen sehr fern. Seit 1867 giebt die Londoner Royal Society einen grossen Katalog heraus, welcher die Titel aller von 1800 bis 1863 in wissenschaftlichen Zeitschriften erschienenen naturwissenschaftlichen Abhandlungen, dem Namen der Autoren nach, in chronologischer Ordnung zusammengestellt enthält. Diesen Katalog hat man vermittelst einer Ergänzung bis 1883 fortgesetzt und damit die Arbeit einstweilen abgeschlossen. Der Titel, des sich auf elf Bände erstreckenden grossen, bibliographischen Werkes lautet: «Catalogue of Scientific Papers, compiled and published by the Royal Society of London.» Jedoch schon vor mehr als dreissig Jahren sprach das «Council of the Society» den Wunsch aus, den nach Autoren geordneten Katalog durch einen nach Wissenschaftszweigen geordneten zu ergänzen. Lord Kelvin drückte in seiner letzten Rede, die er als Präsident der Royal Society hielt, seine Ueberzeugung aus, dass diese Ergänzung und Fortsetzung des begonnenen Werkes über die Kräfte der Royal Society hinausgehe, dass man dazu internationale Mitwirkung in Anspruch nehmen müsse. In Folge dieses von so maassgebendem Orte stammenden Ausspruches sandte die Royal Society vor beiläufig zwei Jahren eine Commission aus, mit der Aufgabe, zu studieren, auf welchem Wege das Mitwirken der interessirten wissenschaftlichen Mittelpunkte gesichert werden könne. Auf das Ansuchen der Royal Society wandte sich der Präsident der englischen

Regierung, Lord Salisbury an alle Staaten der gebildeten Welt mit der Bitte, Delegierte zu der im Juli laufenden Jahres in London abzuhaltenden bibliographischen Conferenz zu senden, deren Zweck es wäre, die Verfertigung des für die exacten Wissenschaften zu gründenden vollständigen Kataloges auf internationaler Grundlage vorzubereiten. In Folge dieser Aufforderung betraute das königl. ungarische Ministerium für Cultus und Unterricht, auf Vorschlag der ungarischen Akademie der Wissenschaften Herrn Theodor Duka in London und mich mit der Vertretung der kön. ungarischen Regierung bei der genannten Conferenz. Da im Vorhinein vorausgesetzt werden musste, dass die schwierigste Aufgabe der Conferenz das den Fachkatalog anzunehmende Classificierungs-System bilden werde, wünschten die von Seite Oesterreichs ausgesandten Delegierten, *Ernst Mach*, Professor der Wiener Universität, und *Edmund Weiss*, Director der Wiener Sternwarte, mit mir vorher einige hierauf bezügliche Fragen zu besprechen. Zu diesem Zwecke trafen wir am 3. Juli d. J. in den Localitäten der Wiener Universität zusammen, wo wir das zu wählende bibliographische System zum Gegenstande unserer Discussion machten. Bei dieser Gelegenheit konnten wir jedoch zu keinem positiven Resultate gelangen.

Am 14. Juli d. J. um 10 Uhr Morgens wurde die Conferenz in den Räumen der Royal Society im Burlington House begonnen, nachdem schon am Tage vorher *Sir Joseph Lister*, der Präsident der Royal Society, und die Mitglieder der Akademie die Delegierten in den Räumen der Akademie empfangen hatten. Auf Vorschlag des Generalsecretärs Foster eröffnete *Sir John Gorst*, der Vicepräsident des Committee of Council on Education, welcher die grossbritannischen Regierung vertrat, die Sitzung, worauf auf den Antrag des italienischen Delegierten, des Generals *Annibale Ferrero*, italienischer Gesandter in England, *Gorst* zum Präsidenten der Conferenz gewählt wurde.

Auf der Conferenz waren 16 Staaten vertreten, und zwar: Oesterreich, Belgien, Dänemark, Frankreich, Griechenland, Holland, Ungarn, Deutschland, Norwegen, Grossbritannien, Italien, Schweiz, Schweden, die Vereinigten Staaten von Amerika, Mexico und Japan; ausserdem sieben englische Colonien, und zwar: Canada, Cape Colony, India, Natal, New-South-Wales, New-Zealand und Queensland. Gelehrte von grossem Ansehen erschienen in Vertretung der genannten Staaten, von denen ich nur die hervorragenderen aufzählen will. Es waren dort: *Mach* und *Weiss* aus Wien, *Darboux*, Mitglied der französischen, *Walter Dyck*, Mitglied der bayr. Akademie, *Dziatzko*, Direktor der Göttinger Bibliothek, *Van't Hoff* und *Möbius*, die Gesandten der Berliner Akademie, *Direktor Schwalbe*, Director der «Fortschritte der Physik», *General Ferrero*, der bekannte italienische Geodät, *Korteweg*, Mitgl. der Akademie zu Amsterdam, *Forel*, Präsident der Société Hélvétique des Sciences Nat., *Foster*, *Lockyer*, Mitglieder der Royal Society, *Neurcomb*, der amerikanische- und *Gill*, der capländische Astronom.

Die englischen Colonien waren meistens durch die in London wohnend
Doyens und Highcommissioners (Minister) vertreten, so auch Griechenla
Der russische Delegierte, Geheimrath *Stasow* war durch Krankheit am E
scheinen gehindert, so dass Russland diesmal gar nicht vertreten war.

In Bezug auf den Modus procedendi wurde von der Conferenz a
genommen, dass jeder Delegierte in jeder vor die Conferenz gebracht
Frage eine Stimme habe, ferner, dass die amtliche Sprache der Confere
die englische, deutsche und französische Sprache sei, dass aber jed
Delegierte berechtigt sei, in einer anderen Sprache zu sprechen, vora
gesetzt, dass er für das Protokoll eine schriftliche Uebersetzung seiner Re
in eine der vorgenannten Sprachen besorge. Dieses Recht nahm jedoch ke
Mitglied der Conferenz in Anspruch. Für jede der als Discussions-Sprach
angenommenen Sprache wurde ein besonderer Secretär betraut; zur A
zeichnung des Ganges der Besprechungen wurden Stenographen angeste

Hierauf nahm die Conferenz die von der aus der Mitte der Ro
Society zur Vorbereitung der Conferenz ausgesandten Commission a
gestellten Sätze und Resolutionen in Verhandlung, unter welchen «nem
contradicente» die folgenden angenommen wurden:

Die Conferenz findet die Herstellung und Herausgabe des na
Autoren und nach Fächern geordneten vollständigen Kataloges, auf Gru
internationaler Organisation, für ein äusserst wünschenswerthes Unt
nehmen. Bei der Anfertigung dieses Kataloges ist in erster Reihe
Bedarf der Forscher vor Augen zu halten, so dass diese sich mittels
Kataloges, gewisse Fächer der Forschung betreffend, in der Littera
leicht orientieren können.

Die Administration des Kataloges ist einer repräsentativen Cor
ration (representative body), dem «International Council», dessen Mitg
der in später zu bestimmenden Weise gewählt werden, anzuvertrauen.
Ausgabe des Kataloges wird der unter der Leitung des «Internatio
Council» stehenden Institution «Central International Bureau» genan
anvertraut. Jedes Land, welches sich bereit erklärt, an dem Werke Tl
zu nehmen, wird mit der Aufgabe betraut, das Material von den in jen
Lande erschienenen, einschlägigen litterarischen Arbeiten nach den
dem «International Council» vorgeschriebenen Regeln zu sammeln
provisorisch geordnet dem Central-Bureau einzusenden.

In der Bezeichnung der Abhandlungen und Bücher (in index
according to subject matter) ist nicht nur ihr Titel, sondern auch
Inhalt in Betracht zu ziehen. Der Katalog soll aus den später zu bezei
nenden Fächern alle Original-Arbeiten enthalten, welche in Zeitschrift
in Gesellschaftsschriften, selbstständigen Heften (independent pamphlet)
Form einer Abhandlung oder eines Buches erschienen sind.

Das System, nach dem das Material für den Katalog in jedem La
zu sammeln und vorzubereiten ist, hängt von der Zustimmung des in
nationalen Ausschusses ab.

Das Central-Bureau giebt den Katalog in Form von Karten oder Zetteln (slips, fiches) heraus. Die Einrichtung der Zettel ist später zu bestimmen.

Die Ausgabe soll möglichst schnell nach Erscheinen der wissenschaftlichen Arbeiten stattfinden. Solche Zettel, welche mehreren Wissenschaftsfächern angehören, sollen, mit Zustimmung und auf Verordnung des centralen Ausschusses, auch einzeln zu bekommen sein. Der Katalog soll von Zeit zu Zeit in Buchform erscheinen, in welchem die Titel der Arbeiten nach später zu bestimmenden Regeln geordnet werden. Der in Buchform erscheinende Katalog soll aus solchen Theilen bestehen, die den verschiedenen Fächern der Wissenschaft entsprechen; diese einzelnen Theile sollen auf Verlangen einzeln zu haben sein.

Auf den Antrag General *Ferrero's* des italienischen Gesandten, welcher durch Darboux, Möbius, Heller, Weiss, Newcomb, Otlet, Duka, Bourcart, Dahlgren und Korteweg unterstützt, und mit Acclamation angenommen wurde, wird zum Sitze des Central-Bureau's London gewählt.

In dem genannten Katalog werden alle Arbeiten Platz finden, deren Gegenstand aus dem Kreise des Mathematik, Physik oder der Naturwissenschaften (a contribution to the mathematical, physical or natural sciences) genommen ist, wie z. B. Arbeiten aus dem Kreise der Mathematik, Astronomie, Physik, Chemie, Mineralogie, Geologie, mathematischen und physikalischen Geographie, Botanik, Zoologie, Anatomie, Physiologie, der allgemeinen oder experimentalen Pathologie, Psychophysik und Anthropologie, mit Ausschluss der sogenannten angewandten Wissenschaften; in solcher Weise, dass die Begrenzung der einzelnen Wissenschaftskreise später auszuführen ist.

Die Royal Society wird ersucht, eine Commission zu entsenden, deren Aufgabe sein wird, sich mit den in der Conferenz aufgetauchten Fragen zu beschäftigen, die ohne Beschluss gebliebenen zu studieren und von dem Resultate der Berathungen den interessierten Regierungen Bericht zu erstatten.

Da das Sammeln und das erste Ordnen des Materials für den Katalog in den einzelnen Staaten, der vorhin erwähnten Resolution zu Folge voraussichtlich durch entsprechende wissenschaftliche Fora (Akademien) geschehen wird, so scheint es voraussichtlich möglich zu sein, für das Centralbureau ein Garantie-Capital durch freiwillige Beiträge zu Stande zu bringen, so dass die Conferenz im Augenblicke es unnöthig findet, die Unterstützung irgend einer der in der Conferenz vertretenen Regierungen in Anspruch zu nehmen.

Da die Conferenz keines der in letzter Zeit vorgeschlagenen Classificationssysteme annehmen kann, betraut sie mit dem Studium dieser Frage die Organisationscommission der Royal Society.

Als Sprache der zwei Kataloge wird die englische angenommen. Die Namen der Autoren und die Titel der Abhandlungen sind aber nur

in der Original-Sprache anzugeben, ausgenommen jenen Fall, wenn di betreffende Sprache nicht zu den durch das internationale Council noc zu bestimmenden Sprachen gehört. In letzterem Falle ist der Titel auc in englischer Sprache anzugeben. Die Commission der Royal Societ wird aufgefordert, jedes Verfahren anzuwenden, jene Mittel ausfindig z machen und in Anwendung zu bringen, welches den Gebrauch des Ka taloges für diejenigen, die der englischen Sprache unkundig sind, z erleichtern vermögen.

Es ist wunschenswerth, dass die Royal Society spätestens bis 1-te Januar 1898 verständigt werde, was für Schritte in den Ländern, welch an die Londoner Conferenz Vertreter gesandt haben, zum Sammeln de Materials für den Katalog gemacht oder projectiert worden sind. Die Mi glieder der Conferenz sollen in den an die Regierungen, die sie ve treten, gerichteten Relationen, die zur Sammlung des Materials für de Katalog nöthigen Anordnungen besonders hervorheben und ihre Aufmerk samkeit darauf lenken, ihren Entschluss bis zur erwünschten Zeit de Londoner Comité mitzutheilen.

Der Katalog soll vom 1. Januar 1900 beginnen. Die Royal Societ wird zur Herausgabe und Verschickung eines Verbatim Report aufg fordert.

Das sind die Hauptresolutionen, welche die Conferenz angenomm hat. Im Laufe der Verhandlung machte der conciliante Ton, welcher si zwischen den aus der ganzen Welt versammelten Vertretern äusser einen sehr guten Eindruck. Grosse Verdienste erwarb sich das vorbere tende Comité der Royal Society, welche die zur Discussion aufgestellt Thesen sehr geschickt uud mit grosser Umsicht zusammengestellt hatt Den Gegenstand einer längeren Unterredung bildeten nur zwei Frage erstens die Umschreibung der im Katalog aufzunehmenden Wissenschaft fächer, uud zweitens das für den Fachkatalog anzunehmende Classifici rungssystem.

Die erste Frage betreffend ist die Auffassung der englisch-amerik nischen, der französischen und der deutschen Gelehrten einigermass verschieden, indem jene den aufzunehmenden Kreis unter den Tit «mathematical, physical, or natural sciences» zusammenfassen, wo zwischen den physicalischen- und Naturwissenschaften, das heisst, d «natural philosophy» und der «natural science», zwischen den exacten u den beschreibenden Naturwissenschaften gewisse Unterschiede annehm Dem gegenüber hielten die deutschen Gelehrten den Namen Naturwisse schaft für gänzlich genügend. Solche Verschiedenheiten äusserten si auch in der Benennung und Definition der einzelnen Wissenschaftsfäch so z. B. in Bezug auf die Biologie, Psychophysik und andere Wisse schaftskreise. Alle diese Fragen in Einklang zu setzen, wird die wichti Aufgabe der leitenden Männer des Unternehmens sein.

Die andere Frage, die eine längere Debatte verursachte, war

für den Fachkatalog anzunehmende Classificierungssystem. Für die Hierarchie der Wissenschaften das logische System zu finden, haben schon viele hervorragende Denker versucht. — Ich erwähne nur die Versuche von Francis Bacon, Ampère, Comte, Spencer und Sophie Germain, welche alle erfolglose Versuche blieben. Diese ungünstigen Versuche hatten zur Folge, dass die Neben- und Unter-Ordnung der Wissenschaften in der Regel durch gewisse, in conventioneller Weise gewählte Symbole bezeichnet werden.

Es sind ungefähr 20 Jahre, dass *Melvil Dewey* am Amherst College in Massachussets ein neues Classificierungssystem in der ihm unterstehenden Bibliothek anwandte, nämlich die Bezeichnung nach dem Decimalsystem. Die Beschreibung desselben gab er in seinem Werke «A Classification and Subject Index; Cataloguing and Arranging the Books and Pamphlets of a Library» (Boston, 1876). Dieses System theilt die ganze Litteratur der Menschheit in 10 Hauptgruppen: Allgemeine Werke, Philosophie, Theologie, Sociologie, Philologie, Sciences (das heisst: Mathematik und Naturwissenschaft), angewandte Wissenschaften, Schöne Wissenschaften, Litteratur und Geschichte. Jede Classe zerfällt wieder in 10 Unterclassen, u. s. w. So z. B. bedeutet 5 die math.-naturwiss. Gruppe, 3 die Physik, 6 die Wärmelehre, also wäre die bibliographische Bezeichnung der Wärmelehre nach Dewey's Systeme: 536.

Auf den ersten Blick sieht dieses System sehr zweckmässig aus, wenn wir es aber näher betrachten, sehen wir allsogleich dessen schwerwiegende Nachtheile. Die Aufzählung und Vertheilung der Wissenschaften nach diesem System ist einseitig und mangelhaft. Das zu Grunde gelegte Decimalsystem ist ein wahrhaftes Prokrustesbett, in welches die Wissenschaften hineingezwängt werden. Und was noch schlimmer ist, es wird durch den geringsten Fortschritt der Wissenschaft ganz unbrauchbar. Wie ein Mitglied der Londoner Conferenz geistreich bemerkte, es könnte jemand in die Lage kommen, sein Buch oder seine Abhandlung nicht herausgeben zu können, da kein Platz dafür im bibliographischen System zu finden wäre. Der grösste Fehler dieses Systems ist es jedoch, dass das Prinzip, auf dem es beruht, nicht folgerichtig durchgeführt werden kann, da die Abtheilungen, Classen, Unterabtheilungen u. s. w. der Wissenschaften durch den Stellenwerth einer Zahl nicht ausdrückbar sind.

Andererseits können wir nicht leugnen, dass das Dewey'sche bibliographische System auch seine mnemotechnischen Vortheile hat. Deshalb entschloss sich die Londoner Conferenz nach langer Discussion, dass sie das Dewey'sche System en bloc nicht annehmen könne, und dass sie die Ausarbeitung des Classificierungssystems zur Aufgabe des internationalen Councils macht.

Die Conferenz betraute die Royal Society damit, dass sie im Wege der brittischen Regierung die in der Conferenz vertretenen Regierungen auffordern möge, Sorge zu tragen für die Auswahl und Betrauung der

entsprechenden wissenschaftlichen Mittelpunkte zur Sammlung des Mat[illegible]e rials für den Katalog. Ich glaube in Ungarn ist, so wie auch in den a[illegible] deren Ländern, die Akademie der Wissenschaften in erster Reihe berufe[illegible] diese Aufgabe im Auftrage der Regierung durch eine dazu bestimmte, b[illegible] ständige Commission zu lösen.

Die Erfolge der internationalen bibliographischen Conferenz könne[illegible] wir als sehr befriedigend betrachten. Wie eine angesehene englisch[illegible] wissenschaftliche Zeitschrift es ausdrückt, können wir der Royal Socie[illegible] zu diesem Erfolge Glück wünschen, denn alle Besprechungen der Confere[illegible] durchwehte ein wahrer internationaler Geist. Es hörte jeder kleinlich[illegible] Wetteifer auf. Es wurde einstimmig anerkannt, dass auf diesem Gebie[illegible] die leitende Rolle der Royal Society angehöre, dass London der Sitz d[illegible] «International Councils» und des «Bureau's» sein möge, dass die Sprach[illegible] des Kataloges die englische sei, dass aber gleichzeitig die Sprache ein[illegible] jeden Nation in seiner eigenen Bibliographie zur Geltung komme.

So steht es in Aussicht, dass aus dieser Conferenz ein internati[illegible]io nales Werk seinen Anfang nimmt, welches hoffentlich für lange Zeit d[illegible] wissenschaftlichen Kreise der Welt im Einverständnisse halten wird.

Wenn ich zu dem Erwähnten noch hinzufüge, dass die Roy[illegible]al Society mit ihrem Präsidenten, dem berühmten Arzte *Lister* an d[illegible]er Spitze, ihr Generalsecretär Prof. *Michael Foster*, die einzelnen Mitglied[illegible]er. der Royal Society Club, der Lordmayor *Sir Walter Wilkin* und zahlreic[illegible]he andere hervorragende Männer Englands in der Ehrung der fremden M[illegible]it- glieder der Conferenz wetteiferten, so habe ich in grossen Zügen v[illegible]n meiner Sendung Rechenschaft gegeben.

Die bibliographische Conferenz hielt ihre Sitzungen an einem w[illegible]r- digen Platze, neben jenem grossen Bibliothekssaale, wo auf einem lang[illegible]n Tische, unter Glas das Work der eigenen Hände Newton's das ers[illegible]te Spiegelteleskop zu sehen ist. Ein bescheidenes kleines Instrument; dan[illegible]e- ben liegt der von Newton geschliffene, jetzt verrostete Spiegel. Daneb[illegible]n steht ein kleiner Glaskasten mit der Todtenmaske Newton's in der Mitt[illegible], daneben einige graue Locken, seine Uhr, sein Siegelring und zahlreich[illegible]e andere Reliquien; sogar ein von Insecten zernagtes Stück von jenem b[illegible]e- rühmten Apfelbaume ist dort zu sehen, mit dessen Märchen *Voltaire* di[illegible]e Geschichte der Wissenschaft bereicherte. Dort liegt daneben beim «Liber secundus» aufgeschlagen die Handschrift der «Philosophiæ naturalis principia mathematica». — Und einige tausend Schritte davon entfernt in der Westminster Abtei finden wir jenen Ort, wo auf einem Steine am Boden die folgenden Worte zu lesen sind: «Hic depositum est — Quod mortale fuit — Isaaci Newtoni». Und dahinter auf dem Marmormonument stehen die stolzen Worte: «Sibi gratulentur Mortales, tale tantumque exstitisse Humani generis decus.»

Theodor Margó,

Professor der Zoologie an der Universität zu Budapest, Ehrenmitglied der ungarischen Akademie der Wissenschaften.

Aus der Gedächtnissrede, gehalten vom ord. Mitgl. *Dr. Géza Entz* in der Sitzung der Akademie vom 28. März 1898.

Der unmittelare Erfolg des Wirkens eines Gelehrten, seine unmittelbare Wirkung auf die Zeitgenossen und auf den Fortschritt der Cultur ist vor allem dadurch bestimmt, dass diese Wirkung in keiner Richtung von dem Zeitgeiste verschieden sei. Die hinter dem Zeitgeiste zurückbleibende Wirksamkeit lässt die Zeitgenossen ebenso kalt, als die der Zeit vorgreifende. Die an werthvollen Daten reiche Arbeit des ersten Bearbeiters der ungarischen Fauna, *Johann Grossinger's** blieb fast ganz wirkungslos, da sein Werk in dem veralteten Geiste der Linné vorhergehenden Encyclopädisten geschrieben war; Lamarck aber starb blind, im Elende vergessen, zu Paris, da die grossen Ideen der *Philosophie Zoologique* nur die um ein halbes Jahrhundert später lebende Generation verstehen konnte. Der Gelehrte muss in das Zeitalter hineinpassen, in dem er wirkt; doch anderseits weist ihm der Zeitgeist und die Macht der äusseren Umstände die Richtung und die Grenzen seiner Wirksamkeit.

Dies im Auge behaltend, sei es mir gestattet, bevor ich den Lebenslauf *Margó's*, sowie seine auf mehr als ein halbes Jahrhundert sich erstreckende Wirksamkeit auf dem Gebiete des Gemeinwohles, des Unterrichtes und der Wissenschaft schildere, einen Blick auf jene wissenschaftlichen Bestrebungen zu werfen, welche die im weitesten Sinne genommenen biologischen Wissenschaften im Laufe einiger Jahrzehnte vollkommen umgestalteten, und in welchen unter den Besten unserer Nation mit Begeisterung und mit dem dieser Begeisterung entsprechenden Wissen und Begabung auch *Margó* in die Schranken trat. Dieser Rückblick kann sich nicht bloss auf jene Wissenschaft beschränken, deren Lehrstuhl *Margó* mehr denn 34 Jahre hindurch eingenommen hat, sondern ich muss mich auch auf solche Wissenschaften beziehen, die mit der Zoologie in keinem engeren Verhältnisse stehen; und das erfordert nicht nur der unter den biologischen Wissenschaften existierende Zusammenhang, sondern vielmehr der Umstand, dass *Margó* im Anfange seiner Laufbahn sich für eine medicinische, vor allem eine physiologische Lehrkanzel vorbereitete hatte. Doch wenn ich das an dieser Stelle betone, setze ich gleichzeitig hinzu, dass die Ernennung des im Rufe eines vortrefflichen Physiologen, vergleichenden Anatomen und Histologen stehenden Gelehrten an die zoologische Lehrkanzel nur jene Kreise überraschen konnte, welche die Richtung, das Ziel und die Bestrebungen der neueren Zoologie nicht kannten.

---

* Universa historia physica Regni Hungariæ. Posonii et Comaromii 1793—1797.

Ich irre gewiss nicht, wenn ich behaupte, dass der Biologie, und in diesem weiten Wissenschaftsgebiete auch dem weiteren Wissenskreis, nämlich der Zoologie, zwei epochale Entdeckungen und der endliche Sieg einer Idee nach hundertjährigem Ringen eine neue Richtung gaben. Eine dieser grossen Entdeckungen ist mit dem Namen *Schleiden's* und *Schwann's* verbunden, die, zwar nicht ohne den Vorarbeiten Anderer — es hat ja das Erkennen eines jeden grossen Principes seinen natürlichen Entwicklungsgang — zum ersten Male bestimmt und nahezu gleichzeitig (1838—1839) in überzeugender Weise darlegten, dass der Körper der lebenden Wesen aus unzähligen Zellen zusammengesetzt sei, welche ihre ursprüngliche, einfache Structur theils behalten, theils im Gange der Entwicklung ändern; dass jede der Zellen ein selbstständiges Leben führt und das Leben des Organismus das Gesammtergebniss des Lebens der Zellen sei. Durch die von Schleiden und Schwann begründete Zellentheorie, welche im Laufe der Forschungen nicht nur durch neue Details erweitert, sondern auch wesentlich modificiert wurde, doch in ihren Grundsätzen sich als richtig erwies, mussten sämmtliche Wissenschaften, die sich mit den lebenden Wesen befassen, von Grund aus umgestaltet werden.

Die andere epochemachende Entdeckung, welche die vierziger Jahre ins Leben riefen, spricht die grosse wissenschaftliche Thatsache aus, dass die in den lebenden Wesen wirkenden Kräfte sich wesentlich von denjenigen nicht unterscheiden, welche die Erscheinungen der leblosen Welt verursachen. Ein Naturforscher und Arzt, *Julius Robert Mayer*, erkennt zum ersten Male (1842) in seinem ganzen Umfange das Gesetz der Erhaltung der Kraft, welches *Helmholtz* in einem mit Recht berühmten Werke (1847) nicht nur endgiltig bewies, sondern auch in den einzelnen Disciplinen der Physik consequent durchführte. Die Anwendung des Principes der Erhaltung der Kraft in der Biologie stürzte einen Jahrhunderte alten Irrthum, indem es die Wissenschaft von dem Aberglauben der «Lebenskraft» befreite. So wie die Begründung der Zellentheorie, so bedeutet auch das Beseitigen der Lebenskraft einen Wendepunkt in der Geschichte der biologischen Wissenschaften: die alte dualistische Auffassung der Natur verschwindet und ihren Platz nimmt die heutige monistische Naturauffassung ein, welche lehrt, dass die lebende und die leblose Materie denselben Kräften, denselben Naturgesetzen unterworfen ist.

Diese epochalen Entdeckungen und mit ihnen, theilweise unter ihrer Wirkung, der rasche Aufschwung der vergleichenden Anatomie und Histologie, die Widerlegung der auf das Entstehen der lebenden Wesen sich beziehenden veralteten Ansichten, das Studium der Fortpflanzung, der Entwicklung, des Haushaltes und der Lebensweise der lebenden Wesen und die theilweise überraschenden und die bisherigen Auffassungen im Grunde umändernden Erfolge dieser Studien, das Hineinziehen der sogenannten niederen Thierclassen, deren Kenntniss weit hinter jener der Wirbelthiere und Insecten zurückgeblieben war, in den Kreis der Forschungen, das rasche

Anwachsen unserer Kenntniss der Thiere und Pflanzen nach ihren Arten, bereiteten die Wissenschaft gemeinsam auf eine grosse Idee vor, auf die das Entstehen der Arten erklärende Theorie; die Descendenz-Theorie.

Die Idee dieser Theorie selbst ist bekanntermeise nicht neu, wir können sogar sagen, so alt, wie die Cultur der Menschheit selbst. Mit einer prophetischen Divination sprachen sie schon die alten griechischen Philosophen (*Aristophanes, Herakleitos, Empedokles*) ein halbes Jahrtausend vor unserer Zeitrechnung aus; es sprach sie im vorigen Jahrhunderte aus und entwickelte sie *Bénoit de Maillet* und *Erasmus Darwin*, zu Anfang des gegenwärtigen Jahrhunderts *Etienne* und *Isidore Geoffroy-Saint Hilaire*, *Lamarck*, *Oken* und andere; doch trug sie, wie jede vorzeitig entwickelte Idee, welche auf blosses Denken, nicht auf empirische Thatsachen gegründet ist, den Keim der Verkümmerung in sich. Als das epochale Werk Darwin's 1859 erschien, hatte die fortschreitende Wissenschaft bereits jene empirischen Thatsachen gesammelt, welche der erneuerten Lehre als sichere Grundlagen dienen konnten, und die Theorie von dem natürlichen Ursprunge der Arten — obwohl die in jeder Beziehung unbefangene Kritik den Irrthum Darwin's in mehr als einer Richtung erwies — wurde zu einer der Grundlehren der Biologie, die die beschreibenden Naturwissenschaften auf die Höhe der die Ursachen ergründenden Wissenschaften erhob und die philosophische Auffassung der Natur gänzlich veränderte.

Im Vorgehenden schilderte ich in kurzen, doch, wie ich glaube, wahren Zügen jenen Fortschritt, den die biologischen Wissenschaften in dem Jahrzehnte machten, welches dem Beginne der Lehrthätigkeit Margó's vorangieng. Den Geist der unter der Wirkung der neuen Richtungen ganz von neuem geborenen Wissenschaften in das ungarische wissenschaftliche Leben einzuführen und mit der fortschreitenden Wissenschaft eine fortschreitende und im Fortschritte der Wissenschaft active Generation zu erziehen, das war die Aufgabe jener, und das erwartete das Vaterland von jenen Männern, die in den begeisterten Jahren des nationalen Aufschwunges ihre wissenschaftliche Laufbahn antraten und die nach den sterilen Jahren der Unterdrückung als die Führer der zu erschaffenden nationalen Cultur zum ersten Male die Wahrheiten der Wissenschaft in ungarischer Sprache verkündeten.

Es war eine erhebende, hehre, doch an manches Hinderniss stossende schwere Aufgabe unter unseren damaligen wissenschaftlichen Verhältnissen!

Auf dem Gebiete der Zoologie begann bei uns zu Lande eine regere und unter den bloss beschreibenden Zoologen auch über den Grenzen unseres Vaterlandes die Aufmerksamkeit erregende Wirksamkeit erst in den vierziger Jahren. Die beiden bedeutendsten Zoologen dieser Periode sind *Emerich Frivaldszky* und *Johann Salomon Petényi*, deren Verdienste um die vaterländische Fauna, ja diejenigen *Frivaldszky's* die Fauna der Balkanhalbinsel, Kleinasiens und Kreta's betreffend, auch von der Nachwelt im

vollen Maasse gewürdigt werden. An sie reihen sich *Adolf Lang*, *Josef Sadler*, *Josef Gerenday*, *Johann Handk*, später *Johann Frivaldszky* u. und die kleine Schaar der Liebhaber der Wissenschaft, meistens Entomologen und Ornithologen, an. Alle diese sind ohne Ausnahme Mitglieder der systematischen Schule, derjenigen, welche zu dieser Zeit in ganz Europa dominierte und deren gegen die höheren Probleme der Zoologie gefühllosen Jünger *Haeckel* — nicht ohne Ironie auf die Nation der *Denker — exacte Empiriker* nennt.

Diese Schule wurde durch die auf dem Gebiete der Biologie entstandene Revolution nicht berührt, ihre philosophische Auffassung gewinnt höchstens hie und da in dem naiven Bewundern der Zweckmässigkeiten der Natur Ausdruck. Die Oken-Schelling'sche übereilte Philosophie, welche die Naturgesetze nicht auf Grund empirischer Thatsachen zu bestimmen, sondern zu erdenken und zu erfinden bestrebt war, liess zwar auch die wissenschaftlichen Kreise unseres Vaterlandes nicht unberührt, doch standen unsere Empiriker entschieden fern von dieser speculativen Richtung. Diesen gegenüber zeigt sich jene Richtung in auffälliger Weise in mehreren Arbeiten unserer ärztlichen Naturforscher, so z. B. in den gänzlich speculativen physiologischen Arbeiten *Josef Pólya's*; die Inaugural-Dissertation des Székler Magnaten *Stephan Barra von Homorod-Almás* aber * ist ganz im Sinne der deutschen Naturphilosophen geschrieben und ist ein das Zeitalter und ihren Verfasser charakterisierendes Curiosum.

Oken wirkte übrigens auch in anderer Beziehung auf die ungarischen Naturforscher jener Zeit. Er begründete die Wanderversammlungen der deutschen Naturforscher, nach deren Muster auch die Wanderversammlungen der Aerzte und Naturforscher in Ungarn eingerichtet wurden. Ferner war es Oken, der in der deutschen Fachlitteratur die lateinisch-griechischen wissenschaftlichen Ausdrücke durch mehr oder weniger gelungene deutsche Ausdrücke- ersetzte. Nirgends mehr als bei uns empfanden unsere in der lateinischen Sprache auferzogenen Väter im Zeitalter des Aufschwunges der nationalen Sprache und Litteratur den Mangel der wissenschaftlichen Sprache und sie fiengen mit grossem Eifer an, das Beispiel Oken's und der Deutschen befolgend, ungarische wissenschaftliche Ausdrücke zu bilden und verursachten nicht nur sich viele unnütze Mühe, sondern auch den Nachkommen, welche nur mit schwerer Mühe die meist fehlerhaft gebildeten Ausdrücke und wissenschaftlichen Benennungen aus unserer Sprache auszurotten vermochten.

Die zoologischen Disciplinen waren damals an der medicinischen Facultät der Universität vertreten. Das, was man zu jener Zeit unter Zoologie im engeren Sinne verstand und das nur um weniges mehr war,

---

* Ueber die Verwandtschaft der Wesen der drei Naturreiche. Den Manen Attila's und Árpád's, der heiligen Asche der Heldenväter der Hunnen und Magyaren. Pest, 1833.

als die systematische Zoologie der Linné'schen Traditionen, auf welche die medicinischen Rücksichten einen der Wissenschaft gewisslich nicht zuträglichen eigenartigen Stempel drückten, — wurde von dem Professor der »Historiæ naturalis specialis» vorgetragen, welcher abwechselnd in einem Semester Mineralogie, im anderen Zoologie seinem aus Medicinern und Pharmaceuten bestehenden Auditorium tradierte. Diese Lehrkanzel nahm von 1807 bis 1849 Johann Reisinger ein, der eher als gesuchter und beliebter praktischer Arzt, denn als Zoologe ein allgemeines Ansehen genoss. In welchem Geiste und Umfange an unserer einzigen Hochschule Zoologie vorgetragen wurde, ist aus den vorgeschriebenen Lehrbüchern ersichtlich. Es ist bekannt, dass die Professoren der medicinischen Facultät sowie die der anderen Facultäten nach vorgeschriebenen Lehrbüchern vortragen mussten, welche sie im Indexe jedes Semester bekannt machten. Die vorgeschriebenen Bücher waren grösstentheils dieselben, als die an der Wiener Universität; aus der Zoologie von 1812 bis 1832 Blumenbach's *Specimen historiae naturalis*, bis 1846 das Handbuch des Wiener Professor's Fischer *(Handbuch der Zoologie und Mineralogie)*, von 1846 Reisinger's *Zoologie der Wirbelthiere* betiteltes Werk. Das für den Gebrauch der Hochschulen bestimmte erste ungarische zoologische Handbuch brachte der am 1844-er Reichstage beschlossene 2. Gesetzartikel zu Stande, welcher »das sofortige Vortragen in ungarischer Sprache der bisher in lateinischer Sprache vorgetragenen Zoologie» anordnet.

Ein bedeutender Theil der zoologischen Disciplinen, nämlich die vergleichende Anatomie, die Histologie und die Entwicklungsgeschichte, wurde nicht vom Professor der Zoologie, sondern von dem der Physiologie und höheren Anatomie (professor physiologiæ et anatomiæ sublimioris) vorgetragen und die Physiologie bewegte sich, wie Jendrássik bemerkt, zu dieser Zeit grösstentheils nur auf dem Gebiete der Anatomie und Histologie. Diese Lehrkanzel nahm von 1820 bis 1856 *Sigmund Schordann* ein, der sich sowohl durch seinen puritanischen Charakter, wie durch seine edle Menschenliebe, seine glänzenden Anlagen, seine grosse Bildung und eingehende Wissenschaftlichkeit auszeichnete, und der einer der Polyhistoren jener Zeit war, wie sie heutzutage kaum mehr geboren werden. Und dieses *portentum scientiarum*, dieses *musaeum ambulans*, wie ihn seine Zeitgenossen nannten, dieser grosse Gelehrte, der sich fortwährend bildete und der mit dem hinreissenden Zauber seiner Sprache die Wissenschaft verkündete, der sich selbst mit einer den Grenzen des Geizes nahe gehenden Sparsamkeit alles Entbehrliche entzog, um freigebige Legate für die Pfleger der medicinischen Wissenschaften machen zu können, war in gewisser Hinsicht dem ausübenden Musiker zu vergleichen, dessen Genie nur die Zeitgenossen kennen, geniessen und bewunden: *Schordann* publicierte ausser seiner 23 Seiten umfassenden Inauguraldissertation nicht eine Zeile.

Ich habe die glänzenden Eigenschaften der Individualität Schor-

dann's absichtlich hervorgehoben, da an der Seite dieses ausgezeichneten Mannes zum ersten Male ein zu grossen Hoffnungen berechtigender junger Gelehrter, *Theodor Margó*, auffiel. In den letzten sieben Jahren (1849—1856) der Professorenthätigkeit Schordann's war Margó der Assistent seiner Lehrkanzel; in ihm erblickte der greise Gelehrte seinen Nachfolger und wenn das damalige Ministerium *Thun* (1857) nicht den Privatdocenten der Histologie und Supplenten der Physiologie *Margó*, sondern *Johann Czermák* auf die freigewordene Lehrkanzel ernannte, so war die Ursache vor allem die ungarische Nationalität Margó's.

Bedeutende Menschen prägen den Stempel ihrer Individualität der empfänglichen Umgebung auf. Diese Empfänglichkeit war auch bei Margó vorhanden und auf den Krystallisationsprocess seiner wissenschaftlichen Individualität war kaum jemand von so grosser Wirkung, als Schordann. In Schordann's Schule lernte er die Kunst des Vortragens; Schordann's Beispiel regte ihn zur Erwerbung jener tiefgehenden wissenschaftlichen Vielseitigkeit und zu jener erhabenen philosophischen Auffassung an, durch welche er jedermanns Sympathie erwarb, der mit ihm in nähere Beziehung kam; und vielleicht kann man auch das auf die Wirkung Schordann's zurückführen, dass er mehr unter die recipierenden und die Wissenschaft mündlich verkündenden, als unter die litterarisch productiven Gelehrten gehörte.

Zwischen dem Professor und seinem Assistenten entwickelte sich durch das Band der geistigen Verwandtschaft, trotz des grossen Altersunterschiedes, ein inniges, freundschaftliches Verhältniss, dem nur der Tod ein Ende machte.

Die Thun'sche Aera, deren gewaltthätiges Germanisieren in unserem Vaterlande eine so traurige Erinnerung hinterliess, inaugurierte nichtsdestoweniger so manche wohlthätige Reform auf dem Gebiete des Unterrichtswesens, welche unsere Anerkennung verdient. Eine derartige wohlthätige Reform war das Trennen der naturhistorischen Lehrkanzel in eine besondere mineralogische und zoologische und das Versetzen derselben mit der chemischen und botanischen in die philosophische Facultät, wie dies in den ersten Jahren der Reorganisation der Universität bis zum Jahre 1783 war, sowie der Beginn der Errichtung und das — obwohl vorläufig sehr ärmliche — Versehen der mineralogischen und physiologischen Lehrkanzel mit Laboratorien. Wir müssen zugeben, dass in den Zeiten der Herrschaft der deutschen Lehrsprache fremde Professoren, *Carl Langer* (1850/51—1855/56) und *Carl Brühl* (1858/59—1860/61) die Zoologie an unserer Universität in wahrhaft wissenschaftlichem Sinne vorzutragen und zu pflegen begannen. *Langer* und *Czermák*, der hervorragende Physiolog, führten das Arbeiten in den Laboratorien an unserer Universität ein und die beiden ungarnfreundlichen Professoren erzogen so manchen Schüler, der selbstständige Forschungen auf solchen Gebieten unternahm, die bis dahin bei uns kaum Pflege gefunden hatten; es möge genügen hier nur

Coloman *Balogh* und den früh verstorbenen *Alexander Tóth*, von den lebenden aber *Cornelius Chyzer* zu erwähnen. *Margó*, der schon damals als Forscher auf dem Gebiete seiner Wissenschaft die Achtung der wissenschaftlichen Kreise besass und als Privatdocent der Histologie thätig war, stand mit den Professoren *Czermák* und *Langer* im engeren wissenschaftlichen Verkehr und nahm an dem Gange ihrer Arbeiten Theil, was auf seine spätere Thätigkeit zweifellos grossen Einfluss hatte.

Doch war auf die Entwicklung der späteren wissenschaftlichen Richtung Margó's auch sein mit Schordann gemeinsamer Freund, *Eduard Sigmund Madarász* von Einfluss, ein ausserordentlich sympathischer Privat-Gelehrter, der vermöge seiner unabhängigen materiellen Stellung seinen edlen Neigungen nachhängen und ganz seinen Studien, namentlich seinen mikroskopischen Studien, leben konnte. Dieser seltene Freund der Wissenschaft — ein Dilettant im edelsten Sinne des Wortes — stellte seine Bibliothek, seine kostbaren Instrumente und wunderbaren Präparate, sogar seine Zeichnungen und Notizen mit der grössten Liberalität den Forschern zur freien Verfügung. Die späteren auf die Mikrofauna bezüglichen Arbeiten Margó's verdanken, wie er selbst wiederholt hervorhebt, zahlreiche werthvolle Daten den Forschungen Madarász', der selbst zwar nichts publicierte, doch mit seltener Selbstlosigkeit seine Daten andern mittheilte um sie für die Wissenschaft zu verwerthen.

* * *

Das Hinderniss des Aufschwunges unseres wissenschaftlichen Lebens besteht nicht darin, dass unsere Schule keine für die Pflege der Wissenschaft geeigneten Schüler erziehen hätte können, sondern darin, dass wegen der beschämend geringen Zahl unserer wissenschaftlichen Institute und Lehrkanzeln ein grosser Theil der Berufenen entweder gar nicht oder nicht zur Zeit zu dem ihrem wissenschaftlichen Vermögen entsprechenden Wirkungskreise gelangen konnte.

Sint Mæcenates, non deerunt, Flacce, Marones!

Und was in grossem Maasse auch für unsere Zeit noch geltend ist, das war zu jener Zeit, auf welche ich hier zurückblicke, noch in gesteigertem Maasse fühlbar.

Bolyai konnte vom bescheidenen Katheder des Marosvásárhelyer Collegiums nur die Elemente der Wissenschaft docieren, *Brassai* ist Jahrzehnte hindurch als Erzieher und Lehrer thätig; er hat schon sein Mannesalter überschritten, als er in einer Person der Director und Custos eines mit den Schwierigkeiten des Anfanges kämpfenden Museums wird; zwar erreicht er endlich die Lehrkanzel einer Universität, jedoch erst in seinem dreiundsiebzigsten Lebensjahre. Unter solchen stiefmütterlichen Verhältnissen suchte und fand nicht einer unserer jungen Gelehrten im Auslande seinen Wirkungskreis. So — um nur einige zu erwähnen — der

aus Grosswardein gebürtige *David Gruby*, einer der ersten Forscher der pathologischen Gewebe, der Bahnbrecher der Cellularpathologie, einer der Entdecker der die Hautkrankheiten verursachenden Pilze, der berühmte Histolog und Patholog, der heutzutage in der wissenschaftlichen Welt nicht mehr als ungarischer, sondern als französischer Gelehrter bekannt ist.

So musste sich der an der Budapester medicinischen Facultät zum Doctor medicinæ promovirte *Ludwig Mandl*, der spätere Pariser Universitätsprofessor, äusseres Mitglied der Wiener, der neapolitanischen und auch der ungarischen Akademie, Ritter der französischen Ehrenlegion, in Paris sich ein Wirkungsfeld erringen, auf dem er sich durch seine histologischen, pathologisch-anatomischen und pathologischen Arbeiten in der französischen wissenschaftlichen Litteratur einen unvergänglichen Namen errang.

Unter diesen ungünstigen Verhältnissen, welchen in den fünfziger Jahren für den ungarischen Gelehrten noch ungünstigere folgten, musste auch *Margó*, der von 1850 angefangen als Privatdocent einer neuen Wissenschaft, der Histologie, in unserem Vaterlande Bahn zu brechen hatte den Kampf aufnehmen.

Der Privatdocententitel ist gewiss der schönste, idealste Titel für einen jungen Gelehrten, der eben ins Leben tritt. Wie viele Hoffnungen sich an diesen Titel knüpfen! Doch dieser schöne Titel verspricht nur und bietet der Gegenwart gar nichts. Auf die Privatdocentenstellung kann man wahrlich treffend den alten Satz anwenden: *laudatur et alget*. — Margó wurde neun Jahre hindurch als Privatdocent *gepriesen*. Während dieser Zeit empfahl ihn die medicinische Facultät zweimal für die physiologische, später für die anatomische Lehrkanzel; die Lehrkanzeln wurden von andern eingenommen, Margó aber ward weiter — gepriesen. Im Jahre 1860, in seinem 44. Lebensjahre, war er endlich Professor der theoretischen medicinischen Wissenschaften (Physiologie, Pathologie und Pharmakologie), doch nicht an der Budapester Universität, sondern an der Klausenburger medicinisch-chirurgischen Lehranstalt.

Der in seinen Hoffnungen so oft getäuschte Gelehrte musste noch einmal ein Uebergehen erdulden. Für die allgemeine pathologische und pharmakologische Lehrkanzel wurde nach dem Scheiden des letzten fremden Professors, *Emanuel Seidl* von der Universität *Margó* allein empfohlen. Die Erfüllung des allgemeinen Wunsches der Fachkreise erschien als durchaus sicher, und siehe da, nicht Margó, sondern ein disponibler k. k. Medicinalrath ward zum Professor der Pathologie und Pharmakologie ernannt.

Zur selben Zeit war auch von der Besetzung der zoologischen Lehrkanzel die Rede, für welche der Candidat der Universität *Cornelius Chyzer* war. *Margó*, der zwar als Physiolog und Histolog der Zoologie nahe stand, doch für einen Zoologen im engeren Sinne sich gerade so

wenig vorbereitete, als sein berühmter Vorgänger, der Anatom *Langer*, nahm nur durch die Vermittelung des Statthaltereirathes in seinem 46. Lebensjahre, doch mit der Arbeitskraft eines Jünglings und mit ernstem Entschlusse diese Lehrkanzel ein, von welcher aus er, vermöge seiner glänzenden Begabung, seines vielseitigen und gründlichen biologischen Wissens, seiner erhabenen philosophischen Auffassung und mit dem Fortschritte der Wissenschaft Schritt haltender Ausdauer 34 Jahre hindurch die Lehren der wissenschaftlichen Zoologie vortrug und verbreitete. Ausser der Zoologie trug er von 1863 an, als ausserordentlicher Professor der Histologie an der medicinischen Facultät, auch Histologie bis zum Ende seines Lebens vor.

* * *

Theodor Margó wurde am 5. März 1816 zu Budapest geboren. Sein Vater, Georg Margó, war Priester der Budapester griechisch-orientalischen Kirchengemeinde; seine Mutter war *Katharina Szaranda*, die Tochter eines Ujvidéker (Neusatzer) Stadtrathes. Die Mittelschulen absolvierte er an dem Piaristengymnasium, den damaligen philosophischen Lehrcurs aber an der Budapester Universität und wurde 1834, in seinem 18. Lebensjahre, zum Doctor der Philosophie promoviert. Während der nächsten fünf Jahre hörte er den medicinischen Lehrcurs ebenfalls an der Budapester Universität und, nachdem er seine Studien mit ausgezeichnetem Erfolge beendigt hatte, gewann er 1840 das ärztliche Diplom. Zur weiteren Ausbildung in den medicinischen Wissenschaften gieng der junge Doctor nach Wien; 1840—41 legte er die chirurgischen und Geburtshelfer-Rigorosen ab und war zugleich im kais. allg. Krankenhause an der Seite des Chefarztes Seeburger erst als Practikant, dann als Secundärarzt thätig. Im folgenden Jahre kehrte er todtkrank in das elterliche Haus zurück und nur die aufopfernde Pflege der mütterlichen Liebe rettete ihm das Leben. Seine Gesundheit nach langem Siechthume wiedergewinnend, unterhielt er kurze Zeit lang eine ärztliche Praxis, auf welcher der gründlich gelehrte, eine hohe, allgemeine und feine gesellschaftliche Bildung besitzende, und dabei ausserordentlich hübsche junge Arzt gewiss sicherer eine sorgenfreie materielle Lage erreichen hätte können, als auf der Gelehrten-Laufbahn.

Während des Freiheitskampfes erfüllte die Familie Margó getreulich ihre Pflicht: Theodor diente als Landwehrarzt dem Vaterlande, seine Brüder Emil und Julian aber kämpften in den Reihen der ungarischen Honvéd. Nach der Unterdrückung des Freiheitskampfes nahm die Schreckensherrschaft den patriotisch gesinnten greisen Geistlichen gefangen, liess ihn in das Neugebäude bringen und strafte ihn mit einer kurzen, doch strengen Gefangenschaft.

Im Jahre 1849 zog sich Margó von seiner ärztlichen Praxis end-

giltig zurück und fieng an, seiner Neigung folgend, sich für die Professorenlaufbahn vorzubereiten, zu welcher das Erreichen der Stelle eines Assistenten der physiologischen Lehrkanzel Gelegenheit bot. 1851 habilitierte er sich für Histologie und war bis 1860 als Privatdocent thätig; er war der erste, der an unserer Universität Histologie vortrug und diese wichtige Disciplin an derselben heimisch machte. Zur selben Zeit hielt er als Supplent aus den vorbereitenden Naturwissenschaften (Physik, Chemie und Botanik) den Hörern der Chirurgie Vorträge. Abermals in diese Zeit fällt seine anderthalbjährige Thätigkeit als Supplent der physiologischen Lehrkanzel (1856/7 und 1857/8).

1858 und im nachfolgenden Jahre verbrachte er mehrere Monate in Wien, wo er in dem Laboratorium der Professoren *Brücke* und *Ludwig* arbeitete. Zu dieser Zeit begann er seine histologischen Forschungen zu publicieren, welche die Aufmerksamkeit nicht nur der Fachkreise, sondern auch der Leiter des Unterrichtswesens für den ausgezeichneten ungarischen Forscher so sehr erweckte, dass der damalige Reichsunterrichtsminister, Graf Leo Thun, zur Anerkennung seiner wissenschaftlichen Verdienste und — vielleicht zur Entschädigung für die Budapester physiologische Lehrkanzel — ihm die Krakauer, resp. Grazer physiologische Lehrkanzel anbot, welche jedoch Margó nicht annahm, sondern nach Budapest zurückkehrte, um seine Privatdocententhätigkeit und jenen Kampf fortzusetzen, deren Phasen ich schon oben vorzutragen Gelegenheit hatte.

1860 verheirathete sich Margó mit *Anna Albert v. Montedegoo*, der Wittwe weiland Professor *Ludwig Tognio's*, deren treue Liebe ihn bis zum Grabe geleitete. Der grösste Segen des Familienlebens fehlte dem Glücke dieser Verbindung; doch ersetzte den Kindersegen die Nichte seiner Gemahlin, *Marie Albert v. Montedegoo*, die mit der ganzen Wärme der Kindesliebe an ihrem Onkel hieng. Die aufopfernde Liebe dieser beiden edlen Frauen hatte viel Antheil daran, dass der kränkliche Gelehrte ein spätes Greisenalter erreichen konnte und dass glückliche Zufriedenheit den Abend seines Lebens verklärte.

Ausser seinem oben erwähnten Aufenthalte in Wien machte Margó mehrere grössere Studienreisen im Auslande. 1853 bereiste er als Privatdocent in der Gesellschaft der Professoren *Sigmund Schordann* und *Mart Csaus* Deutschland, Frankreich und Spanien, von wo aus er auch die nachbarlichen Küsten Afrikas besuchte. Die Eindrücke dieser interessanten Reise veröffentlichte er in vier Feuilletons unter dem Titel «Spanische Briefe». Im Jahre 1863 hielt er sich drei Monate hindurch in Istrien und dem Ufergebiete des Quarnero auf, wo er die Meeresfauna studierte. 1867 bereiste er von neuem Deutschland, Frankreich, Belgien und die Schweiz. 1871 unternahm er im Auftrage der Regierung und im Interesse des an der Budapester Universität aufzustellenden modernen zoologischen Institutes und Museums eine Studienreise nach Deutschland, Holland

Belgien und England. Zur selben Zeit nahm er als auswärtiges Ausschussmitglied an der in Edinburgh abgehaltenen Wanderversammlung der englischen Naturforscher (Society for the Advencement of Sciences) Theil; so betheiligte er sich auch in der Gesellschaft von *Huxley* und anderer hervorragender Zoologen an der unter Führung des Professors *Wyville Thomson* in der Nordsee gemachten grösseren zoologischen Expedition. 1875 besuchte er wieder die deutschen und englischen Universitäten und bei dieser Gelegenheit hatte er das Glück, *Charles Darwin*, dessen Lehren er in Universitäts- und öffentlichen Vorträgen mündlich und schriftlich zum ersten Male in unserem Vaterlande verkündete, in seinem eigenen Heim aufzusuchen und mit ihm persönlich bekannt zu werden.

Die litterarischen Arbeiten Margó's vertheilen sich, ausser der auf dem Gebiete der Pathologie und pathologischen Anatomie sich bewegenden Doctorsdissertation, auf das Gebiet der Physiologie, der Histologie und der Zoologie. Eine seiner physiologischen Arbeiten, welche sich mit den an zwei Hingerichteten $2^1/_2$ Stunden nach der Enthauptung gemachten physiologischen Versuchen befasst, bereichert mit interessanten Daten die Lehre von der Reizbarkeit nach dem Tode, welche Daten durch das physiologische Handbuch Donders' ihren Weg in die Weltlitteratur machten. Von seinen histologischen Arbeiten bilden die «*Histologischen Briefe*», eigentlich die Zusammenfassung seiner histologischen Vorträge, welche die Histologie mit der Unmittelbarkeit des Fachgelehrten und der sämmtliche Arbeiten ihres Autors charakterisierenden Klarheit nach dem damaligen, d. i. dem Standpunkte der fünfziger Jahre unbedingt ihre Wirkung auf die Entwicklung und den Fortschritt dieses Zweiges der Wissenschaft hätten haben müssen, wenn die damaligen ärmlichen litterarischen Verhältnisse ihn nicht gezwungen hätten, dieselben in einer kaum verbreiteten medicinisch-naturwissenschaftlichen Zeitschrift zu veröffentlichen.

Das Ende der fünfziger und der Anfang der sechziger Jahre ist die fruchtbarste und erfolgreichste Periode der Thätigkeit Margó's, jene Periode, welche seinen Namen als denjenigen eines Histologen ersten Ranges, mit einem Male berühmt, geachtet, sogar so zu sagen gefeiert machte, und das nicht nur in seinem Vaterlande, wo zu jener Zeit den Werth dieser Forschungen nur sehr wenige auffassen konnten, sondern auch weit über die Grenzen desselben hinaus. Margó machte eines der schwersten Gegenstände der Histologie zum Ziele seiner Forschungen, nämlich das Ergründen der feineren Structur, der Entwicklung, des Wachsthums, der Physiologie und Pathologie der Muskelfasern, ein Gebiet, auf welchem nur wenig Vorarbeiten zu seiner Verfügung standen, und auf welchem er theilweise den Weg bahnen musste, auf dem die nachfolgenden Forscher mit weniger Mühe vorwärtsschreiten konnten. Diese Forschungen, welche in den Ausgaben theilweise der ungarischen, theilweise der Wiener Akademie erschienen, sind wirkliche Perlen der histologischen Forschung und unter ihnen steht ohne Zweifel an erster Stelle die Arbeit über die Endi-

gungen der Muskelnerven, welche Margó am 14. Oktober 1861 als Antrittsvorlesung in der ungarischen Akademie vortrug. Die Wichtigkeit dieser Arbeit liegt nicht in der Anzahl gefundener neuer Daten, sondern darinnen, dass er auf die für die Physiologie der Muskel und Nerven gleichmässig wichtige Frage Antwort gab, welche nähere Beziehung zwischen der motorischen Muskelfaser, dem elastischen Sarkolemma und der contractilen Substanz der Muskelfaser, bestehe. Ohne Lösung dieser Aufgabe aber ist es gänzlich unmöglich, die an dem lebenden Muskel auf experimentellem Wege gemachten Erfahrungen richtig zu erklären. — Seitdem Margó die Muskelfasern und die Endigungen der motorischen Nerven so erfolgreich erforschte, ist eine geraume Zeit verflossen. Heutzutage stehen vollendetere Instrumente und Untersuchungsmethoden dem Forscher zur Verfügung; die neuen Forschungen brachten eine ganze Reihe von neuen Details an's Licht, doch sind über die feinere Structur der Muskelfasern und die Endigungen der Muskelnerven die Acten noch nicht geschlossen, und wenn wir die lange Reihe der Arbeiten überblicken, welche nach Margó denselben Gegenstand behandelten, so können wir mit Stolz auf das Mitglied unserer Akademie blicken, das auf ein dunkles Gebiet der mikroskopischen Morphologie und Physiologie das erste Licht warf, durch gründliche Forschungen, deren Werth die vorwärtsschreitende Zeit nicht verringert.

Es mag manchem unverständlich erscheinen, dass derjenige der durch so werthvolle histologische Arbeiten seinen Forscherruf begründete, der auf dem gesammten Gebiete der Histologie durchaus heimisch war, und der bei seinen Vorträgen dem raschen Fortschritte dieser Wissenschaft stets folgen konnte, eben auf diesem Gebiete der Zoologie, welches in unseren Tagen — vielleicht ein wenig zum Nachtheile der anderen Theile derselben — von so Vielen und mit so schönen Erfolgen gepflegt wird, nie mehr als Forscher vor die Oeffentlichkeit getreten ist. Ich gestehe, dass Margó in dieser Hinsicht auch mir gerade so unverständlich war, als Schwann, der nachdem er 29 Jahre alt eine der wichtigsten Lehren unseres Jahrhunderts auf dem Gebiete der Biologie begründet hatte, auf seiner noch 45 Jahre dauernden wissenschaftlichen Laufbahn nur ein passiver Zeuge der Entwicklung der Zellenlehre blieb. Heute, nachdem ich die Gelegenheit hatte, die unvollendeten Arbeiten des gegen das Ende seines Lebens immer verschlossener werdenden Gelehrten durchzusehen, ist meine Ansicht über Margó, den Histologen, eine andere geworden: ich verstehe ihn, doch ich beklage aufrichtig sein Zaudern. Zwei Jahre vor seinem Tode legte er unserer Akademie seine letzte Arbeit vor, in welcher er die hauptsächlichsten Erfolge seiner an dem Ceratodus-Fische gemachten Forschungen zusammenfasste,. Die Vollendung der Detailarbeit ist leider für immer unterblieben und nur die zahlreichen Notizen, die unvollendete Handschrift, und die wunderbaren Zeichnungen, welche die einzelnen Theile der feineren Anatomie des Ceratodus darstellen, beweisen,

dass Margó auch als Forscher bis zum Ende auf jenem Gebiete Meister blieb, auf welchem er auf der Mittagshöhe seines Mannesalters seine besten wissenschaftlichen Resultate errang.

Unmittelbar nachdem Margó die zoologische Lehrkanzel eingenommen hatte, begann er die Bearbeitung eines wissenschaftlichen Handbuches, welches auf zwei Bände, einen anatomischen und einen systematisch zoologischen, berechnet war. Der erste Band dieses Werkes, welcher die allgemeinen Principien, die Zelle, die Gewebe und die Organe des animalen Lebens behandelt, verliess 1868 reich illustrirt die Presse. Dieses Handbuch übertraf, so den wissenschaftlichen Inhalt, wie die klaren, richtigen Erklärungen und die Auswahl des Stoffes betreffend, entschieden die ähnlichen Producte der wissenschaftlichen Litteratur jener Zeit, darum müssen wir nur bedauern, dass es unvollendet geblieben, was um so unverständlicher ist, da der zweite Theil der vergleichenden Anatomie, drei Abschnitte ausgenommen, im engsten Sinne des Wortes für die Presse fertig gestellt und mit den sämmtlichen, beiläufig 350, kostspieligen Abbildungen, mit, ich möchte sagen pedantischer Scrupulosität, versehen, unter den hinterlassenen Schriften des Verstorbenen zu finden ist. Das Unterbleiben des systematischen Theiles des Handbuches ersetzt in gewisser Hinsicht «Die systematische Classificierung des Thierreiches» (1883), ein für die Hörer bestimmtes Handbuch.

Margó beschäftigte sich, besonders in seinen jüngeren Jahren, mit *Schordann* und *Madarász* zwar viel mit dem Studium der zu dieser Zeit von den Systematikern noch nahezu gänzlich vernachlässigten niederen Organismen, besonders der Mikrofauna der Süsswässer; im Ganzen genommen aber war er sein ganzes Leben hindurch, als selbstständiger Forscher, eher Histolog, Anatom, Physiolog und Darwin's Lehren verkündender Naturphilosoph, als beschreibender Zoolog; es erleidet keinen Zweifel, dass seine faunistischen Arbeiten hinter den histologischen zurückstehen, und das ist der Grund, dass diejenigen, welche sich ausschliesslich mit beschreibender Zoologie befassten, Margó's wissenschaftlichen Werth nie nach seinem wahren Verdienste würdigen konnten.

Den wissenschaftlichen Werth Margó's und dessen wissenschaftlichen Charakter, den weiten Kreis und die Tiefe seiner Kenntnisse beweisen ausser seinem Handbuche und seinen histologischen Arbeiten, seine Studie über «Darwin und die Thierwelt», ferner seine Antrittsrede als ordentliches Mitglied der ungarischen Akademie der Wissenschaften, die zugleich die Einleitung bildet zu seiner systematischen Classification des Thierreiches. In derselben Richtung sind noch zu erwähnen seine über Agassiz, Darwin und Owen in der ungarischen Akademie gehaltenen Gedächtnissreden.

Doch können den wissenschaftlichen Werth Margó's noch weit besser diejenigen beurtheilen, die während seiner 34 Jahre umfassenden Lehrthätigkeit seine zoologischen, histologischen und embryologischen

Vorträge anzuhören die Gelegenheit hatten, und die, wie ich selber, so glücklich waren, an seiner Seite und mit ihm zusammen zu wirken.

Der zoologische Unterricht war während der langen Thätigkeit Margó's in dem Maasse erfolgreich, als es die gegebenen Verhältnisse überhaupt ermöglichten. Es ist wahr, dass Margó keine Cuvier und Johannes Müller, oder deren Schüler ähnliche Koriphäen der Wissenschaft heranbildete, doch dürfen wir hiebei zwei Dinge nicht ausser Acht lassen: erstens, dass im Vaterlande der Cuvier und Johannes Müller der Gelehrte seinen Wirkungskreis findet, bei uns hingegen, mit Ausnahme weniger Glücklicher, er gezwungen ist die Gelehrtenlaufbahn zu verlassen, um für den Broterwerb zu sorgen. Das zweite ist, dass von Zoologie im *heutigen* Sinne die Rede ist, welche nur nach langen und gründlichen Vorstudien, doch nicht überall und nicht unter jeder amtlichen Verpflichtung gepflegt werden kann, nicht aber von einer Dilettanten-Beschäftigung mit den Thieren, welche auch ohne alle gründliche naturwissenschaftliche Vorbildung, mit Erfolg betrieben werden kann.

Einer der schönsten Erfolge der Lehrthätigkeit Margó's, sein werthvollstes Vermächtniss ist das den wissenschaftlichen Ansprüchen unserer Zeit vollkommen entsprechende zoologische Institut und dessen Sammlung, um dessen Zustandebringung er mit wunderbarer Ausdauer zwei Jahrzehnte hindurch kämpfte, bis er endlich das Vollenden des drei Jahre andauernden Baues erreichte und dessen Einrichtung und Ausstattung beginnen konnte.

Margó gehörte nie zu jenen einseitigen, schroffen Gelehrten, welche ausser ihrer Fachwissenschaft für alles andere gefühllos sind: ihn zog ein jedes Gebiet des menschlichen Wissens an und sein Bewandertsein in den verschiedenen Zweigen der Wissenschaften und die auf dieser ruhende wirkliche Bildung erhob ihn über viele productivere Fachgelehrte.

Neben seinen Fachwissenschaften beschäftigte sich Margó viel mit philosophischen Studien. Seine naturphilosophische Auffassung war von den überkühnen Speculationen und übereilten Verallgemeinerungen der Oken-Schelling'schen Schule gänzlich frei und hatte, wie diejenige seiner Zeitgenossen *Joh. Müller* und *Carl Ernst v. Baer*, empirische Thatsachen zum festen Grunde, und das ist es eben, was seinen Erörterungen eine solche überzeugende Kraft verlieh. Er versäumte auch nie hervorzuheben wie sehr der Naturforscher, wenn er kein trockener Datensammler bleiben will, eine philosophische Auffassung nöthig habe. Das betonte er in der Rede, mit welcher er seine Lehrkanzel einnahm, so wie bei jeder Gelegenheit in seinen Universitätsvorträgen.

Ihm, dem weitschauenden Gelehrten, genügte nicht das bloss Registrieren der Naturphänomene, ihn leiteten stets höhere Gesichtspunkte, er strebte stets nach dem Ergründen der Gesetze der Erscheinungen. Dies bewies er dadurch am entschiedensten, als er sich der Theorie der natürlichen Entstehung der Arten, der naturphilosophischen Auffassung

Darwin's mit ganzer Bestimmtheit anschloss, zu jener Zeit, da ein grosser Theil der Naturforscher noch zögerte und es für opportuner hielt, vorderhand der neuen Lehre gegenüber eine zuwartende Stellung einzunehmen.

Margó, der, wie sein ehemaliger Lehrer und Freund Schordann, einen grösseren Werth darauf legte, mit dem Vorwärtsschreiten der Wissenschaft Schritt zu halten und auf dem Niveau der Wissenschaft zu bleiben, als auf die litterarische Productivität, würdigte immer die auf dem Gebiete der Litteratur erworbenen Verdienste anderer, und förderte deren litterarische Thätigkeit in uneigennütziger Weise. Doch machte er anderseits bei Gelegenheit zwischen Arbeit und Arbeit einen scharfen Unterschied. «Wer sich nur mit dem Sammeln und Abschreiben von Daten beschäftigt,» — sagt er in seiner Rectorsrede, — «ohne jedoch bestrebt zu sein, die Thatsachen durch geistige Bande an einander zu knüpfen und zwischen ihnen das causale Verhältniss festzustellen, und so die Thatsachen zu erklären: der kann zwar *Wissen* besitzen, doch keine wahre *Wissenschaft*; — er sammelt bloss die Steine und das übrige Material, doch führt er kein Gebäude auf.»

In den Stunden der Erholung beschäftigte er sich bis in sein spätes Greisenalter gerne mit den classischen Werken der Weltlitteratur, welche er infolge seiner ausgebreiteten Sprachenkenntniss im Originale zu geniessen vermochte. Ausser der im elterlichen Hause angeeigneten ungarischen, serbischen und deutschen Sprache, war er der französischen, englischen, italienischen und spanischen Sprache vollkommen mächtig.

Auch die schönen Künste liessen den ernsten Naturforscher nicht gefühllos. Er betrieb mit Lust die classische Musik und componierte sogar selbst kleine Musikstücke; er spielte Clavier, und handhabte in seiner Jugend das Cello mit wirklicher Meisterschaft; er hatte eine schöne Barytonstimme und sang gerne classische Lieder.

Selbst schon am Rande des Grabes, setzte sich der Gelehrte noch manchmal zum Clavier und die zitternden Hände spielten ein Lied aus der schönen alten Zeit. Das geschah auch am 25. August 1896, auf seinem in der Nähe von Budapest liegenden Szt.-Lőrinczer Tusculanum, als er, vom Clavier sich erhebend, einen Schwindelanfall bekam und ohnmächtig zur Erde sank. Mit einer leichten Verletzung an der Hüfte legte er sich zu Bette. Jedoch am 3. September verschlimmerte sich plötzlich sein Zustand; es trat eine Magenblutung ein und am 5. September kurze Zeit nach Mitternacht starb er in den Armen seiner Gattin im 81-sten Jahre seines Lebens.

* * *

Es war ein scheinbar ruhig dahinfliessendes, in der That jedoch kampf- und erfolgreiches Leben, auf dessen hauptsächlichste Ereignisse diese Lebensskizze zurückblickt. Die Erfolge seines Lebens verdankt der Verblichene ganz und gar seinem eigenen inneren Werthe. Der reichbegabte Sohn des armen serbischen Geistlichen bereitet sich, erfüllt von edler Ambition und Idea-

lismus, ausschliesslich auf die eigene Kraft sich stützend, auf die Gelehrtenlaufbahn vor; nach langem Kämpfen und vielen bitteren Täuschungen gelangt er nur in jenem Alter zu einem seiner wissenschaftlichen Bildung entsprechenden Wirkungskreis, in welcher andere Glücklichere schon gewöhnlich über die Mitte ihres Tagwerkes hinaus sind. Die Lehrkanzel, welche er einnimmt, hatte noch kaum eine wissenschaftliche Vergangenheit: sie bestand ja als selbstständige Lehrkanzel erst seit 12 Jahren, und während dieser Zeit folgten sechs Professoren auf einander, von welcher nur einer Zoologe vom Fach, und dieser auch nur 2 Jahre lang thätig war. Die Einrichtung der Lehrkanzel war eine ungenügende primitive, die Zoologie aber fängt gerade zu dieser Zeit an sich aus, ihrem Kindesalter heraus und in neuer Richtung zu entwickeln. Doch möchte ich schon Gesagtes nicht wiederholen. — Ich denke, das Vorgetragene enthält die Antwort auf die Frage, wie Margó als Forscher, als Gelehrter, als der Verkünder der Lehren der wissenschaftlichen Zoologie, seiner Aufgabe entsprochen hat.

Die Lehrkanzel, an welcher er thätig war, hat *heute* bereits ihre wissenschaftliche Vergangenheit, und Margó's Vermächtniss, das mit so viel Sorge und Liebe eingerichtete zoologische Institut der Universität, wird gewiss auf die nationale Cultur in der Zukunft wohlthätige Wirkung ausüben. Die Schaffung jenes und die Vorbereitung der letzteren war die Arbeit des Lebens Margó's. Wegen dem Vollbringen dieser bahnbrechenden Arbeit erinnern wir Zoologen vor Allen uns mit Dankbarkeit an ihn doch bewahrt seine pietätvolle Erinnerung auch unsere Akademie der Wissenschaften, das erste wissenschaftliche Insitut des Landes, welches in dem aus ihren Reihen geschiedenen Gelehrten eines ihrer hervorragendsten Mitglieder betrauert.

II. Königliche Ungarische Naturwissenschaftliche Gesellschaft.

Jahresversammlung den 28. Januar 1897.

1. Präsident *Coloman v. Szily* eröffnet die Sitzung und beantragt im Namen des Ausschusses, dass zu Gunsten des in Neu-Guinea verweilenden ungarischen Naturforschers, *Ludwig Biró*, eine Landessammlung veranstaltet werde. Sein Antrag wird von der Generalversammlung mit Beifall angenommen. Der Präsident berichtet dann über die Thätigkeit der Gesellschaft im 57. Jahre ihres Bestehens und theilt mit Bedauern den Rücktritt des ersten Secretärs, Dr. Vincenz Wartha, mit.

2. Prof. *Dr. Vincenz Wartha*, erster Secretär, liest seinen Secretärsbericht, in welchem er über das Triennium berichtet, während dessen er die Angelegenheiten der Gesellschaft geleitet hat. Das verflossene Jahr, dasjenige, in welchem die ungarische Nation ihr Millennium feierte, war auch für die Gesellschaft ein Jahr von reger Thätigkeit, indem sie auch,

zwar nur auf bescheidene Weise, an dieser Feier Antheil nahm. In der Section der Millenniums-Ausstellung für Culturwesen waren auch die von der Gesellschaft ausgestellten Gegenstände zu sehen und es wurde ihr auch das Ehrendiplom zuerkannt. Die von *Dr. Julius Madarász* zusammengestellten biologischen Gruppen und die Ausstellung der ungarischen Flora, welche *Dr. Vincenz Borbás* veranstaltete, zogen sogar die Aufmerksamkeit seiner Majestät des Königs von Ungarn auf sich. Von der im Juni erschienenen Jubiläumsnummer des Gesellschaftsorganes wurden mehrere Tausende an die fremden Besucher der Ausstellung vertheilt.

Der Secretär hat schon in seinem vorjährigen Jahresbericht die Angelegenheit des auf der Schlagendorfer (Nagyszalóker) Spitze zu errichtenden Observatoriums erwähnt und hoffte damals, dass diese wichtige wissenschaftliche Anstalt im Millenniumsjahre ihre Thätigkeit beginnen werde können. Diese Hoffnung gieng jedoch nicht in Erfüllung und die Errichtung des Observatoriums ist heute unsicherer als je. Es wurde nämlich schon im vorigen Jahre beschlossen, dass an die verschiedenen Municipien im Interesse der Angelegenheit Aufrufe zu richten seien. Zuerst richtete die Gesellschaft an das Municipium des Zipser Comitates, da dieser die Angelegenheit schon im Interesse des Tátragebietes am nächsten liegt, eine Aufforderung in dieser Angelegenheit. Das Comitatsmunicipium nahm den Aufruf mit grosser Freude zur Kenntniss, konnte aber nicht mehr als 1000 Gulden zur Verfügung stellen. Hierauf wandte sich die Gesellschaft an die Regierung, indem sie diese auf die Wichtigkeit der Errichtung eines Observatoriums als Ergänzung des europäischen Höhenobservatorium-Netzes aufmerksam machte. Die Regierung wies aber die Petition mit der Motivierung zurück, dass nach dem Gutachten der meteorologischen und erdmagnetischen Centralanstalt die Errichtung eines Höhenobservatoriums nur dann dringend werde, wenn die Frage des Baues eines Centralgebäudes für das meteorologische Institut gelöst sei. Unter diesen Umständen beschloss der Ausschuss in dieser Angelegenheit an das Ackerbauministerium einen neuen Vorschlag zu unterbreiten, in welchem er beweist, dass sein Vorgehen betreffs der Errichtung eines meteorologischen Observatoriums gänzlich correct war und dass die erwähnten Motive auch heutzutage obwalten.

Hierauf geht der Secretär auf die inneren Angelegenheiten der Gesellschaft über. Auf dieser Stelle sind vor Allem die interessanten und lehrreichen Vorträge zu erwähnen, welche im verflossenen Jahre Prof. *Ferdinand Klug* gehalten hat.

Der Text dieser Vorträge war schon am letzten Vortragsabend unter dem Titel «Die Physiologie der Sinnesorgane» in Gestalt eines Buches in den Händen der Zuhörer. Auch die Fachsectionen entfalteten eine eifrige Thätigkeit. Die Zahl der in den Sitzungen der einzelnen Sectionen gehaltenen Vorträge war: an der zoologischen 26, an der chemisch-mineralogischen 20, an der physiologischen 21 und an der botanischen 24 Vorträge.

Betreffend die Ausgaben der Gesellschaft sind in erster Reihe von ihrer Zeitschrift einige Worte zu sagen. Unter den in dieser erschienenen Artikeln waren 8 von allgemeinem Interesse, 7 botanische, 6 landwirthschaftliche, 5 zoologische, 8 aus dem Bereiche der Physiologie und der medicinischen Wissenschaften, 10 meteorologische und astronomische, 4 mineralogisch-geologische, 8 physikalisch-chemische und 3 technologische. Ausserdem waren unter den Abhandlungen in den Supplementheften erschienenen 6 zoologische, 5 landwirthschaftliche, 1 botanische, 1 meteorologische, 2 physikalische, 2 mineralogisch-chemische, 1 technologische und zwei Biographien. Aus diesem Ausweis ist ersichtlich, dass in grösster Zahl die meteorologischen und astronomischen Artikeln vertreten waren. Die «Ungarische Chemische Zeitschrift», das Fachorgan der chemischen Fachsection, vermehrte durch seinen reichhaltigen und lehrreichen Inhalt die gerade auf diesem Gebiete so lückenhafte ungarische wissenschaftliche Litteratur. Aus der Landessubvention wurden mit Untersuchungen betraut: *Georg Primics* «Ueber die Geologie des Cseträsgebirges», *Rudolph Kohaut* mit der «Naturgeschichte der Libellen Ungarns» und *Ignatz Kurländer* mit den «Erdmagnetischen Messungen in Ungarn». Die Büchereditionsunternehmung nahm als IX. Cyclus die folgenden Werke in Aussicht: *Julius Istvánffi* «Das Buch der essbaren und giftigen Schwämme» *C. A. Keller* «Das Leben des Meeres», *Ferdinand Klug* «Die Physiologie der Sinnesorgane», *F. Schmidt* «Handbuch der Photographie» und *Ludwig Thanhoffer* «Vorträge aus dem Gebiete der Anatomie des Menschen».

Zum Schlusse erwähnt der Secretär die im verflossenen Jahre verstorbenen Mitglieder der Gesellschaft. Es starb das gründende, Ehren- und Ausschussmitglied *Dr. Theodor Margó*, der gelehrte Professor der Zoologie an der Budapester Universität, der 50 Jahre hindurch mit grosser Begeisterung an jeder Bewegung der Gesellschaft theilgenommen. Die botanische Section hat zwei Verluste zu beklagen, nämlich den ersten ungarischen Floristiker, *Friedrich Hazslinszky*, und den zu früh verstorbenen *August Kanitz*. Die Zahl der verstorbenen Mitglieder ist 97, die der neugewählten 601, und so ist die Zahl der Mitglieder 7817, unter denen 223 gründende Mitglieder sind.

Cassabestand der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft zu Ende des Jahres 1896.

Einnahmen.

Übertrag	126,825	fl. 12	kr.
Einnahmen des Stammcapitals	5523	« —	«
« « Betriebscapitals	36,528	« 64	«
« « Explorationsfondes	5346	« 61	«
« « Büchereditions-Unternehmens	15,923	« 86	«
« « der chemischen Zeitschrift	3371	« 76	«

Ausgaben.

Ausgaben des	Stammcapitals	3341 fl.	93 kr.
« «	Betriebscapitals	36,936 «	78 «
« «	Explorationsfondes	3992 «	95 «
« «	Bücherediticns-Unternehmens	8256 «	61 «
« «	der chemischen Zeitschrift	3764 «	77 «

Die Gelder sind in folgender Weise angelegt: Bodencreditanstalt 106,565 fl. 65 kr., Sparkassen 19,000 fl. 70 kr., Obligationen 1715 fl., Baargeld 1886 fl. 92 kr.

Bureau und dirigierender Ausschuss der Königl. Ungarischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft für das Jahr 1896.

Präsident: *Coloman von Szily.*

Vicepräsident: Baron *Roland Eötvös* und *Andreas Högyes.*

Erster Secretär: *Joseph Paszlavszky.*

Zweite Secretäre: *Ladislaus Csopey* und *Gustav Melczer.*

Ausschuss-Mitglieder:

Für Zoologie: *Cornelius Chyzer, Eugen v. Daday, Géza Entz, Otto Herman, Géza Horváth, Julius Madarász.*

Für Mineralogie und Chemie: *Anton Koch, Joseph Krenner, Ludwig Lóczy, Julius Pethő, Alexander Schmidt, Andreas Semsey.*

Für Chemie: *Joseph Fodor, Ludwig v. Ilosvay, Alexander Kalecsinszky, Bela v. Lengyel, Stephan Schenek, Carl v. Than.*

Für Physiologie: *Stephan Csapodi, Ferdinand Kluj, Carl Laufenauer, Géza v. Mihálkovics, Otto Pertik, Ludwig Thanhoffer.*

Für Botanik: *Albert Bedő, Vincenz Borbás, Ludwig Jurányi, Julius Klein, Alexander Mágócsy-Dietz, Moritz Staub.*

Für Physik: *Isidor Fröhlich, August Heller, Nikolaus v. Konkoly, Alois Schuller, Vincenz Wartha, Franz Wittmann.*

BUCHBESPRECHUNG.

(In diesem Abschnitte bringen wir die Besprechung von in den letzten Jahren erschienenen mathematisch-naturwissenschaftlichen Werken ungarischer Autoren).

A két Bolyai (Die beiden Bolyai) von *Johann Bedőházi*. Marosvásárhely, Ev. ref. Collegium 1897.

In demselben Jahre, in welchem das berühmte Werk Wolfgang v. Bolyai's, durch die ungarische Akademie der Wissenschaften herausgegeben, in neuer Auflage erschienen ist, betraute das Marosvásárhelyer Collegium einen seiner Professoren mit der Verfassung einer Monographie über seinen gewesenen berühmten Professor und dessen ebenso berühmten Sohn und Schüler.

Zwar kann das vorliegende Werk nicht als eine ausführliche, allen Erfordernissen entsprechende Biographie angesehen werden; dazu fehlt es ihm an der Fülle der bisher noch unbekannten Daten, welche in verschiedenen Archiven gewiss aufzufinden wären, doch entspricht das Werk vollständig seiner Bestimmung als Gelegenheitsschrift, als ein Tribut, welchen die Marosvásárhelyer Schule zum Zeichen seiner Dankbarkeit dem grossen Gelehrten zollt. Ueber die beiden *Bolyai* ist in ihrem Vaterlande, wie auch im Auslande, viel geschrieben worden, besonders sind die Schriften *Coloman v. Szily's*, *Joseph Koncz'* und *Franz Schmidt's* zu erwähnen, und durch das vorliegende Werk ist die auf die beiden Gelehrten, Vater und Sohn bezügliche Litteratur um ein nicht werthloses Stück bereichert worden.

Nach einer kurzen Einleitung über die älteren mathematischen Verhältnisse in Ungarn folgt die Lebensgeschichte *Wolfgang's von Bolyai*.

Zu Bolya, im alten Ober-Weissenburger Comitat als Sohn eines einfachen, jedoch gebildeten Edelmannes geboren, wurde er in seinem sechsten Jahre in das Nagy-Enyeder Collegium gegeben, wo seine ausserordentlichen Anlagen bald grosses Aufsehen erregten. Es scheint, dass er als Wunderkind galt, und als solches von seinen Lehrern theilweise missbraucht wurde, indem sie seine wunderbaren Anlagen, besonders sein staunenswerthes Gedächtniss bei vielen Gelegenheiten zu producieren liebten. Dieser Ueberanstrengung hatte er auch eine hochgradige Nervosität und eine typhusartige Krankheit zu verdanken, nach welcher, wie er

s selber behauptete, seine geistigen Anlagen abgenommen hatten. Seine schöne geistige Begabung verschaffte ihm auch die Freundschaft des jungen Baron *Simon v. Kemény*, mit welchem er nach Beendigung seiner Studien am Collegium, an der Jenaer Universität Philosophie studierte. *Bolyai* besass ein reges Interesse für die verschiedenen Zweige der Wissenschaft, er befasste sich viel mit Theologie und Philosophie, doch legte er schon von seiner frühesten Kindheit an eine besondere Anlage für Mathematik an den Tag. Sein Interesse für diese Wissenschaft regte dann später sein Bekanntwerden und seine Freundschaft mit dem grössten Mathematiker des Jahrhunderts, *Karl Friedrich Gauss*, noch mehr an.

Das Verhältniss zwischen *Bolyai* und *Gauss* war ein inniges Freundschaftsverhältniss, das nach kurzer Bekanntschaft ein ganzes Leben hindurch dauerte. Es ist auch bekannt, dass *Bolyai* in seinen ernsten Angelegenheiten sich immer an *Gauss* um Rath wendete, so auch damals, als er mit seinem Sohne *Johann* nicht aufkommen konnte. Doch wird das Verhältniss zwischen *Bolyai* und *Gauss* erst dann vollständig klar vor uns liegen, wenn der Briefwechsel der beiden Gelehrten der Oeffentlichkeit übergeben sein wird. Auf die in Göttingen verlebte Zeit blickte *Bolyai* stets mit sehnsuchtsvoller Wehmuth zurück. Es waren die schönsten Tage seines Lebens. Zurückgekehrt in seine Heimat, als er mit einer kargen Besoldung Professor am Marosvásárhelyer Collegium geworden und sich verheirathet hatte, begann die schwere Zeit seines Lebens. Seine Ehe war eine sehr unglückliche und die aus einer in geistiger Beziehung schwer belasteten Familie stammende Frau erlag früh ihrem Leiden.

Der von vielen Drangsalen heimgesuchte Gelehrte suchte Trost in der Beschäftigung mit poetischen Arbeiten. Der Verfasser des vorliegenden Werkes behandelt in einem besonderen Capitel die Dichtungen Bolyai's. Es sind das grösstentheils Tragödien, welche zwar ein nicht unbedeutendes poetisches Talent verrathen, doch wird die Wirkung durch die von Phrasen strotzende, schwerfällige Sprache und die immer deutlich hervorgekehrte ethische Tendenz des Dichters sehr stark beeinträchtigt.

Im fünften Capitel folgt endlich die Charakterisierung der mathematischen Denkungsweise, des mathematischen Talentes des Gelehrten und seine Verdienste um diese Wissenschaft. Wir können die Darstellung des Verfassers als eine genügend gelungene bezeichnen. *Bolyai* war kein Mathematiker, der neue Lehrsätze auffand, oder Systeme entwickelte, wie ein *Pythagoras*, *Cardan*, *Newton*, *Descartes*, *Leibniz* oder *Gauss*, er war viel eher dazu berufen, den Principien der Mathematik eine festere Grundlage zu geben, was ihm in seinem grossen Werke in der That auch gelungen ist.

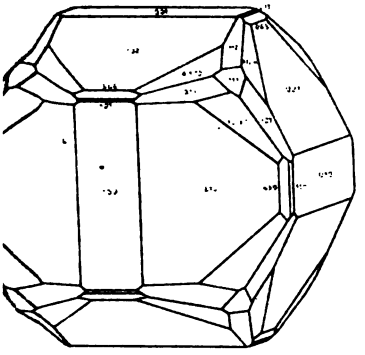
Der Verfasser beschäftigt sich eingehend mit der mathematisch-litterarischen Thätigkeit *Bolyai's*, besonders mit dem so schwer ans Licht der Welt tretenden «*Tentamen*». Dass der Name *Bolyai's* und seiner mathematischen Schriften sowohl in seinem Vaterlande, wie auch im Aus-

der Gleichungen behauptete er auch, dass er eine solche gefunden habe. Es scheint, dass er wirklich von sich so eingenommen war, zu glauben, dass er alle diese Probleme lösen zu können im Stande sei, doch in der That liess er diese Probleme im Stich, sobald er mit grösseren Hindernissen zu kämpfen hatte.

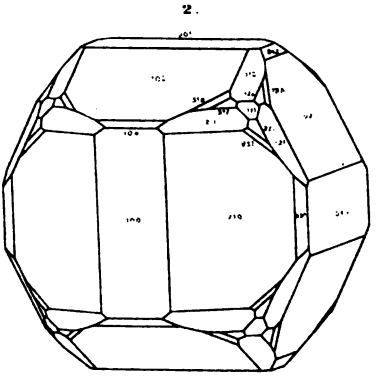
Ueber Gauss sprach er immer mit der grössten Verehrung, obgleich er ihn eigentlich hasste und ihn immer überflügeln wollte. Eben so verhasst war ihm auch *Lobatschefsky*, von dem er behauptete, dass er durch *Littrow* mit dem Inhalt des Appendix bekannt geworden sei; ein anderes Mal beschuldigte er *Gauss* damit, dass dieser seine Ideen *Lobatschefsky* mitgetheilt habe. Zum Schluss hörte er mit seinen mathematischen Studien gänzlich auf und befasste sich bloss mit der «Lehre vom Glücke». Er, der von seinem Vater behauptete, dass er seine Zeit unnütz vergeude, verbrachte selbst sein ganzes Leben ohne sein glänzendes mathematisches Talent wirklich und ernstlich zu benützen und demselben Geltung zu verschaffen.

Mit dem vorliegenden Werke hat das Marosvásárhelyer Collegium dem Andenken der beiden bedeutenden Denker den Zoll der Pietät abgetragen, jedoch bleibt deshalb noch die Bearbeitung einer nach allen Regeln der biographischen Kunst verfassten Lebensbeschreibung der beiden *Bolyai*, für zukünftige Zeiten übrig, welche auf Grund des sämmtlichen aufzubringenden Quellenmaterials und auf Grund genügender mathematischer Kenntnisse die Gestalt der beiden Männer und ihre Stellung in der Geschichte der Mathematik festlegt.

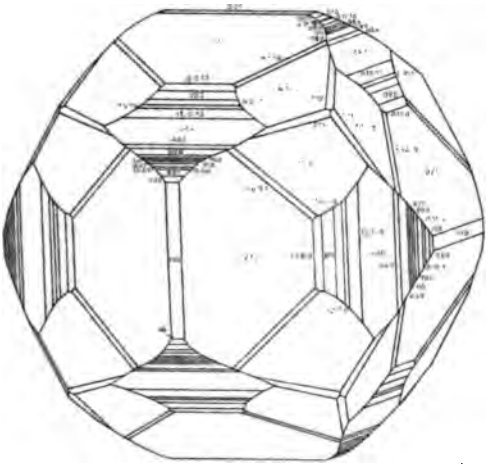
1.



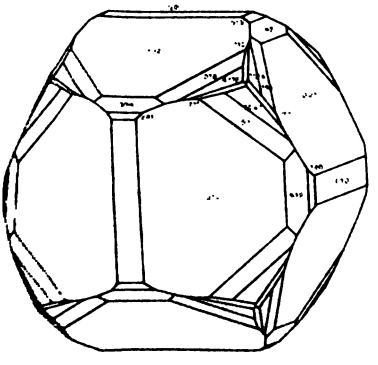
2.



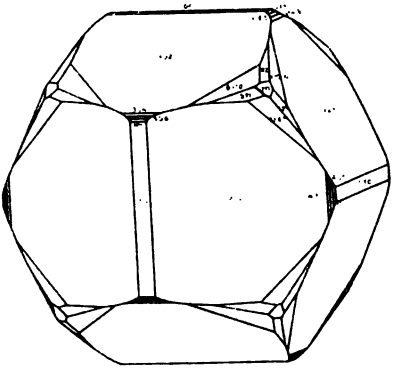
5.



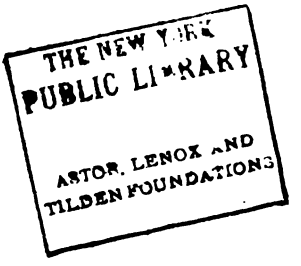
3.



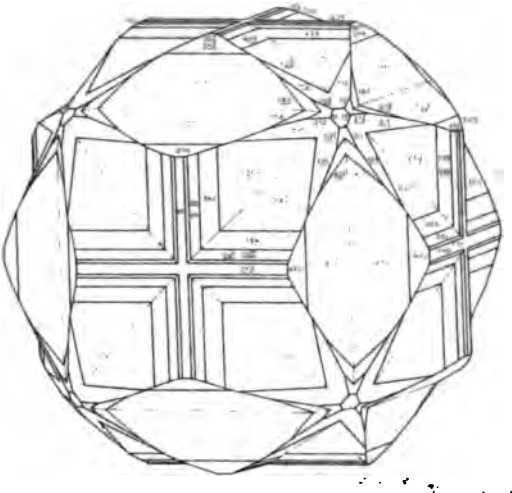
4.



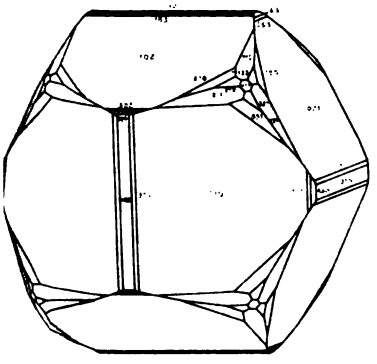
Lith. W Grund Nachf. Budapest


THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS

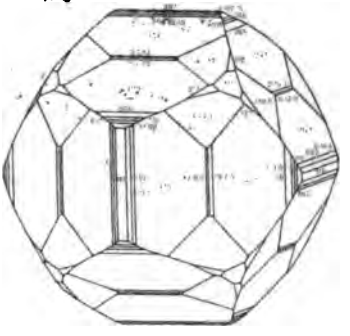
3.



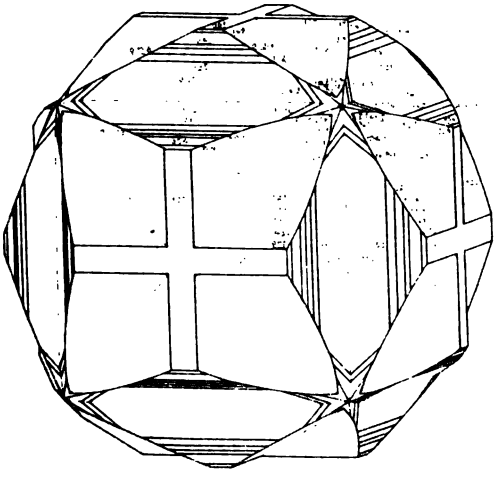
1.



2.



4.



Lith. W Grund Nachf. Budapest

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY

ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS

Lörenthey. Sepia hungarica.

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY

ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS

MATHEMATISCHE
UND
NATURWISSENSCHAFTLICHE
BERICHTE AUS UNGARN.

MIT UNTERSTÜTZUNG DER UNGARISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
UND DER KÖNIGLICH UNGARISCHEN NATURWISSENSCHAFTLICHEN GESELLSCHAFT

HERAUSGEGEBEN VON

ROLAND BARON EÖTVÖS, JULIUS KÖNIG, KARL v. THAN.

REDIGIERT VON

AUGUST HELLER.

SECHSZEHNTER BAND.

1898.

BUDAPEST,
FRIEDR. KILIAN (NACHFOLGER).
1899.

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
221849
ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS.
R 1901 L

DRUCK DES FRANKLIN-VEREIN

INHALT DES XVI. BANDES.

Abhandlungen.

Seite

1. R. v. Kövesligethy. Die beiden Parametergleichungen der Spectralanalyse 1
2. Julius Vályi. Ueber mehrfache Polarreciprocitäten in der Ebene 50
3. Anton Koch. Die jüngeren Tertiärbildungen des siebenbürgischen Beckens 59
4. Ferd. Klug. Ueber Gasentwicklung bei Pankreasverdauung . . . 77
5. Julius Farkas. Ueber die Reduction der Diffusionsgleichungen von Kirchhoff 97
6. Julius Farkas. Ergänzung zur Vektoren-Lehre und zur Lehre des Elektro-Magnetismus 111
7. Julius Farkas. Die algebraische Grundlage der Anwendung des mechanischen Princips von Fourier 154
8. Árpád von Bókay. Ueber die Wirkung einiger schwerer Metalle auf die Structur der quergestreiften Muskeln 158
9. Aladár Visnya. Zur Theorie der inducierten linearen Substitutionen 187
10. Ph. Lenard. Ueber das Verhalten von Kathodenstrahlen parallel zu elektrischer Kraft 194
11. J. Hegyfoky. Die Bewölkung in den Ländern der ungarischen Krone 201
12. Béla von Lengyel. Ueber die Wirkung einiger Gase und Metalle auf die photographische Platte 217
13. Alois Schuller. Theorie der Elektrolyse 226
14. Gustav Rados. Ueber die Bedingungsgleichungen zwischen den Coëfficienten der orthogonalen Substitutionen 236
15. Gustav Rados. Inducierte lineare Substitutionen 241
16. Paul Stäckel. Johann Bolyai's Theorie der imaginären Grössen 263

Beilage *A*. 276
" *B*. 281
" *C*. 293
" *D*. 295

Seite

17. Coloman v. Szily junior. Ueber die durch Torsion verursachte Veränderung des elektrischen Widerstandes von Metalldrähten ... 298
18. Karl von Kétly. Die anatomischen und physiologischen Verhältnisse der Chorda Tympani auf Grund klinischer Beobachtungen 312

Sitzungsberichte.

I. Sitzungen der III. (mathematisch-naturwissenschaftlichen) Classe der Ungarischen Akademie der Wissenschaften ... 320

17. Januar 1898 ... 320
14. März 1898 ... 321
18. April 1898 ... 322
16. Mai 1898 ... 323
20. Juni 1898 ... 324
17. Oktober 1898 ... 325
14. November 1898 ... 325
12. December 1898 ... 326

II. Fachsectionen der Kön. Ung. Naturwissenschaftlichen Gesellschaft ... 326

A) Fachconferenz für Zoologie: 8. Januar 1898 ... 326
« « « 5. Februar 1898 ... 327
« « « 5. März 1898 ... 327
« « « 2. April 1898 ... 327
« « « 7. October 1898 ... 327
« « « 7. November 1898 ... 328
« « « 2. December 1898 ... 328

B) Fachconferenz für Botanik: 12. Januar 1898 ... 329
« « « 10. Februar 1898 ... 329
« « « 9. März 1898 ... 330
« « « 13. April 1898 ... 332
« « « 11. Mai 1898 ... 333
« « « 12. October 1898 ... 334
« « « 9. November 1898 ... 334
« « « 14. December 1898 ... 336

C) Fachconferenz für Chemie und Mineralogie: 25. Januar 1898 ... 336
« « « « « 22. Februar 1898 ... 336
« « « « « 29. März 1898 ... 336
« « « « « 26. April 1898 ... 337
« « « « « 31. Mai 1898 ... 338
« « « « « 25. October 1898 ... 338
« « « « « 29. November 1898 ... 339
« « « « « 20. December 1898 ... 339

Seite

b) Fachconferenz für Physiologie: 1. Februar 1898 ... 340
« « « 1. März 1898 ... 340
« « « 22. März 1898 ... 341
« « « 19. April 1898 ... 342
« « « 10. Mai 1898 ... 343
« « « 4. October 1898 ... 343
« « « 29. November 1898 ... 343
« « « 13. December 1898 ... 344

III. Ungarische Geologische Gesellschaft ... 344
Sitzung am 5. Januar 1898 ... 344
« « 2. März 1898 ... 345
« « 6. April 1898 ... 346
« « 4. Mai 1898 ... 347
« « 1. Juni 1898 ... 347
« « 9. November 1898 ... 348
« « 7. December 1898 ... 350

Bericht über die Thätigkeit, den Vermögensstand, die Preisausschreibungen u. s. f. der Ung. Akademie der Wissenschaften und der Kön. Ung. Naturwissenschaftl. Gesellschaft.

I. Ungarische Akademie der Wissenschaften ... 352
Feierliche Jahressitzung 1898:
1. Jahresbericht des Generalsecretärs ... 352
2. Vermögen. Einnahmen und Ausgaben im Jahre 1897, Voranschlag für 1898 ... 355
3. Mitglieder-Bestand der Akademie im Jahre 1898 ... 357
4. Akademiebibliothek ... 357
5. Preisausschreibungen der III. (Math.-naturw. Classe) ... 358

II. Königl. Ungar. Naturwissenschaftliche Gesellschaft ... 359
Jahresversammlung 1898:
1. Eröffnung durch den Präsidenten ... 359
2. Bericht des ersten Secretärs ... 359
3. Cassastand der Gesellschaft zu Ende 1897 ... 360
4. Bureau und Ausschuss der Gesellschaft ... 360
Zur Erinnerung an Friedrich Hazslinszky. Gedächtnissrede gehalten von ALEXANDER MÁGÓCSY-DIETZ in der botanischen Fachconferenz am 8. Februar 1899 ... 361

Buchbesprechung ... 370
Wolfgang Bolyai's und Carl Friedrich Gauss' Briefwechsel. Budapest, 1899 ... 370
Erratum ... 372

NAMENREGISTER.*

Adda C. Querschnitt des Neusatzer artesischen Brunnens 347.

Aigner L. Schmetterlingsvarietäten 327.* — Farbenvariationen der Schmetterlinge 328.

Árkövi Fr. Ueber einen neuen bakteriolog. Factor der Zahnpulpa und Wundgangræne 322. — Aetiologie der Zahncaries 323.

Aujeszky A. Zur Frage der Anthraximmunität 324.

Bálint R. Cebocephalia 340.

Beck S. Zellenveränderungen der Haut bei Myxœdem 320. — Farbenreaction des Fettgewebes von unter der Haut vorkommenden Margarinkrystalle 341.

Beke E. Ueber die Resolventen der homogenen linearen Differentialgleichungen 325.*

Bene G. Rolle der Algen bei der Kohlenbildung 350.*

Bernátsky E. Zur Kenntniss der endotrophen Mykorhizen 324.* — Crocus reticulatus Stew. 333. — Limnanthenum nymphæoides Gmel. in der Flora Budapests 334. — Gewebestructur des Limnanthenum nymphæoides und der Nymphæa alba 336.*

Bittó B. v. Kalkinhalt des Tokajer Weintraubenbodens 336.

Bogdánfy E. Der Niederschlag im Winter und die Frühjahrshochwässer der Theiss 325.*

Bókay Á. v. Ueber die Wirkung einiger schwerer Metalle auf die Structur der quergestreiften Muskeln 158.

Bugarsky St. und Liebermann Leo. Ueber das Salzsäure-Natriumhydroxyd der eiweissartigen Stoffe 322.

Bugarszky St. und Tangl Fr. Moleculare Concentration des Blutserums 323. 343.*

Cholnoky E. Bericht über die wissenschaftl. Erfolge seiner Reise in China und Mandschurien 325.*

Csapodi St. Ueber die ungarischen Benennungen der Farben 332. — Ueber Echinopsis Decaisneana 336.*

Csiki E. Coleoptera der ungarischen Fauna 327.*

Csiky J. Aethernarkose, mit Rücksicht auf die ætherige Lungenentzündung 324.*

* Der Stern * bedeutet, dass bloss der Titel der Abhandlung angeführt ist.

Daday E. Mikroskop. Süsswasserthiere aus Ceylon 320.* 327.
Dietl E. Neue Coleopteren aus der Fauna Ungarns 326.
Duka T. Entsendung zur Londoner bibliograph. Conferenz 325.
Farkas J. Ueber die Reduction der Diffusionsgleichungen von Kirchhoff 97. 322.* — Ergänzungen zur Vektorenlehre und zur Lehre des Elektromagnetismus 111. 325.* — Die algebraische Grundlage der Anwendung des mechan. Princips von Fourier 154. 325.*
Fenyvessy B. und Hasenfeld A. Ueber die Kraft des phosphorig entarteten Herzens 324.
Fialowski L. Aiolokinetische und aiolostatische Bäume 330.
Filarszky F. Beiträge zur Algenvegetation 325.*
Fodor J. und Rigler G. Versuche mit dem Blute durch Typhusbacillen inficierter Thiere 322.*
Francé R. Ueber Collodictyon triciliatum 322.* — Ueber eine neue amerikanische Wasserpest 331.
Franzenau A. Krystallographische Untersuchungen am Bélabányaer Pyrit 322.*

Grósz E. Beiträge zur Pathologie des Sehnerves 340.

Halaváts J. Ueber die Kiesel der Umgebung von Budapest 346.
Háry P. Aufsaugen des officinellen Eisens im Magen 324.*
Hasenfeld A. Siehe Fenyvessy.
Haslinszky Fr. Zur Erinnerung 360.
Hegyfoky J. Die Bewölkung in den Ländern der ungar. Krone 201.
Heller A. Entsendung zur Londoner bibliographischen Conferenz 325. — Gauss' und Bolyai's Briefwechsel. Buchbesprechung 370.
Hollós L. Beiträge zur Kenntniss der unterirdisch wachsenden Pilze Ungarns 329. — Ueber einen Sandwüstenpilz 333. — Der wirkliche Trüffelpilz in Ungarn 334.*—Volksthümliche Pilzbenennungen 335.* — Bovista Debreciniensis.*
Horusitzky H. Ueber die agronom.-geolog. Verhältnisse der norwestl. Theile von Budapest 346.
Horváth G. Hemipterafauna de ungar. Reiches 320.* — Rolle der Hemipteren in der Volkssprache 327.
Högyes A. Die Thätigkeit des Budapester Pasteur-Institutes im Jahre 1897. 321.*

Ilosvay L. Neue Darstellungsmethode des Oxydimorphins 328.* — Deutsche Commission für die Festsetzung der Atomgewichte 339. — Untersuchung der Luher Margarethenquelle 346.

Jablonovsky J. Aryas reflexus 326. — Aspidiotus perniciosus 328.*
Jendrássik E. Ueber die oscillirenden Ströme 341.

Kalecsinszky A. Ueber die Serpentine aus dem Banat 322.* — Chemische Analysen von Salzefflorescenzen eines Sees 345. — Die chemische Zusammensetzung der Serpentine aus dem Krassó-Szörényer Comitate 347.
Kertész K. Neue Fliegenart in der ungar. Fauna 327.
Kétly K. v. Die anatomischen und physiologischen Verhältnisse der

Chorda Tympani auf Grund klinischer Beobachtungen 312, 322.*
Klein J. Elodea canadensis 331.
Klug F. Ueber Gasentwicklung bei Pankreasverdauung 77.
Koch A. Die jüngeren Tertiärbildungen des siebenbürgischen Beckens 59, 325.* — Gesteinsfundort zu Felső-Lapugy 345. — Ein neues geologisches Lehrmittel 349. — Walüberreste aus Klausenburg 349.
Konek Fr. Ueber das Euchinin 337.
Kövesligethy R. Die beiden Parametergleichungen der Spectralanalyse 1, 325.* — Ueber das Spectrum der Himmelskörper 326.*
Krompecher E. Neue Gruppe der Carcinome 343.
Kuthy D. Physiologie in der Hydrotherapie 344.

Laczkó D. Neue Beiträge zur geolog. Kenntniss der oberen Trias- und Liasschichten des Bakonyer Waldes 344.
Landauer A. Einfluss der Galle auf den Stoffwechsel 343.*
Laufenauer C. Die Hódmezővásárhelyer Hexenprocesse (1730—1758) vom nervenpathol. Standpunkte 326.*
Lenard Ph. Ueber das Verhalten der Kathodenstrahlen parallel zu elektrischer Kraft 194, 323.*
Lengyel B. v. Ueber die Wirkung einiger Gase und Metalle auf die photographische Platte 217, 325*, 339. — Beiträge zur Kenntniss des Calciums 323. Der Illyés-See und die chemische Analyse seines Wassers 345.
Lenhossék M. Ueber das Centrosoma 321.
Liebermann L. Siehe Bugarszky.
Loczka J. Das Nachweisen einer geringen Menge von Cadmium neben vielem Zink 336.
Lóczy L. Die geograph. und geolog. Ergebnisse der Reise des Gr. Széchenyi 320.* — Die in der Liasschichte am Popodberg gesammelten Fossilien 344.
Lörenthey E. Sepia in den ungarischen Tertiärgebilden 324.*

Mágócsy-Dietz A. Markdiaphragma doppelkeimblättriger Baumpflanzen 322.* — Das Holzigwerden des Markes einiger baumartigen Pflanzen 333.
Méhely L. Neue Froscharten aus Neu-Guinea 321, 326.* — Züchtung der Fröschebrut 327.
Melczer G. Mineralogische Mittheilungen 346.
Mocsáry A. Gedenkrede auf Johann Xantus 328.*
Muraközy C. Die Veränderung der Rübenschnitten in Zuckerfabriken in Gruben 338.

Nuricsán J. Málnáser Kohlensäurequelle 338.

Ónodi A. Ueber die phonatorischen und respiratorischen Nervenbündel des Kehlkopfes 320.* — Beiträge zur Kenntniss der Kehlkopfnerven 326.*

Pálfy M. Beiträge zu den geolog. und hydrologischen Verhältnissen der Umgebung von Székelyudvarhely 347.
Papp C. Dreikanter aus Ungarn 350.
Paszlavszky J. Thätigkeit der Naturwissenschaftl. Gesellschaft 1897. 359.

Pólya E. Der Abschluss der vorderen Kammer bei Glaucoma 324.
Posewitz Th. Ueberreste eines Somrius aus der Kohle der Fünfkirchner Unter-Diasperiode 347.

Rados G. Ueber die Bedingungsgleichungen zwischen den Coëfficienten der orthogonalen Substitutionen 236, 322.* — Inducierte lineare Substitutionen 241, 325*. — Gruppen von inducierten Substitutionen 325.*
Reuss Fr. Der Einfluss des Gallenmangels auf das Gycogenbildungsvermögen der Leber 320.*
Rigler G. Das Wandern der Typhusbacillen im Boden 325.*
Rigler G. Siehe Fodor.
Róna S. Der jährl. Gang der Temperatur in Ungarn 325.*
Roth R. Die vergleichende Anatomie der vegetativen Organe von ungarländ. Ericaceen 330.

Schilberszky C. Blumenmorphologische Fälle 330.
Schuller A. Theorie der Elektrolyse 226.
Schwitzer H. Beiträge zur Entwicklung des grauen Staars im vorgeschrittenen Alter 324.
Simonkai L. Forschungen auf dem Gebiete unserer Baumflora 334.
Staub M. Ludwig Reissenberger, der erste ungarische Pflanzenphänolog 333.* — Ueber die Gebilde, welche den durch fliessende und Sickerwasser verursachten Pflanzenabdrücken ähneln 347. — Chondrites Goepperti Gein. 348.
Stäckel P. Johann Bolyai's Theorie der imaginären Grössen 263.
Szádeczky J. Ein neues Ganggestein aus Assuan 345.
Szakáll J. Ueber den Urogenitalapparat der Krokodile 328.
Szily C. von. Jahresbericht über die Thätigkeit der Akademie 352.
Szily C. von jun. Ueber die durch Torsion verursachte Veränderung des elektrischen Widerstandes von Metalldrähten 298.
Szontágh F. und Wittmann O. Ueber die chemische Zusammensetzung des normalen und des diphtheritischen Serums 323.*
Szontágh F. Vergleichende Untersuchungen über die chemische Zusammensetzung des normalen und des diphtheritischen Pferdeblutserums 342

Tangl Fr. und Zuntz. Der Einfluss der Muskelarbeit auf den Blutdruck 320.*
Tangl Fr. Die Wirkung des Trinkens auf die Ausnützung der Nahrung 343. — Siehe Bugarszky.
Tauszk Fr. Das Fleischl-Mischer'sche Hæmometer 343.*
Tellyesniczky C. Verschiedene Hodenpräparate 341.
Thaisz L. Beiträge zur Flora der Umgebung von Budapest und des Landes 335.
Thanhoffer L. Neue Agyschemazeichnung 340.
Tóvölgyi E. Ueber die Elevationen der Schlagadercurve 343.
Tötössy B. Die Tangentenebenen höherer Ordnung der algebraischen Flächen 322.*

Vályi J. Ueber mehrfache Polarreciprocitäten in der Ebene 50, 325.*

VÁNGEL E. Gedächtnissrede auf den Zoologen Dr. Ladislaus Trexler 327.*
VÉRTESS J. Ueber das Acetylen 339.
VISNYA A. Zur Theorie der inducierten linearen Substitutionen 187.
WARTHA V. Ueber die Darstellu der Metalle 339.
WITTMANN O. Siehe SZONTÁGH.
ZIMÁNYI C. Die Krystallform Rotterbacher Pyrits 348.
ZUNTZ. Siehe TANGL.

1.

DIE BEIDEN PARAMETERGLEICHUNGEN DER SPEKTRALANALYSE.

Von R. v. KÖVESLIGETHY, corr. Mitglied.

Aus der Sitzung der III. Classe der ung. Ak. d. Wiss. vom 14. Nov. 1898.

Einleitung.

Dem Mangel eines ausgesprochen directiven Princips in ZÖLLNER's geistreicher Definition der Astrophysik mag es zugeschrieben werden, dass diese Wissenschaft noch heute nicht über das Sammeln von Beobachtungsdaten hinausgekommen zu sein scheint. Und doch lässt sich mit jeder wünschenswerthen Genauigkeit der Unterschied der beiden verschwisterten Himmelswissenschaften darlegen, und somit der einzige Weg weisen, der die lang gewöhnte Genauigkeitshöhe der anderen zu heben vermag.

Der Astronom betrachtet den Himmel als ein System materieller Punkte, als ein NEWTON'sches System, wie man kurz sagen könnte, dessen Zustand vollständig bekannt ist, sobald ausser gewissen Anfangszuständen die zwischen den einzelnen Punkten wirkenden Kräfte gegeben sind. In der That hat man es aber auch am Himmel mit physikalischen Körpern zu thun, welche nicht nur Arbeitsleistung fähig sind, sondern auch Wärmeaustausch unterliegen, so dass deren Zustand, ausser der Kenntniss der wirkenden Kräfte, noch wesentlich die Angabe gewisser Zustandsgrössen erfordert. Jedenfalls ist leicht zu ersehen, dass die beiden Hauptsätze der mechanischen Wärmetheorie in der Astrophysik zu derselben Rolle berufen sind, welche die mechanischen Principien in der Astronomie schon seit Alters einnehmen.

Ebensowenig Schwierigkeit bereitet die Ueberlegung, w die in jenen Gleichungen auftretenden Grössen zu schöpfen Das Licht ist bisher die einzige messbare Wirkung jener w Welten auf unsere Erde, und sowie die Astronomie Richtung Länge des Lichtstrahles im Raume bestimmt, so untersuch Astrophysik die innern, individuellen Eigenschaften desselbe

Von diesem Gedankengange geleitet unternahm ich e Jahren, den analytischen Ausdruck der Emissionsgleichung i ner Abhängigkeit von Wellenlänge und zwei, den Zustand strahlenden Körpers darstellenden Parametern aufzustellen. beiden Parameter, oder die Elemente des Spektrums sind Beobachtung leicht zu bestimmen, und bilden zugleich mitt oder unmittelbar jene Variabelen, welche in die Gleichunge Wärmetheorie eintreten.

Die eine Parametergleichung kannte ich schon längs Ableitung der zweiten jedoch verursachte viele Mühe. Erst gelang es sie derart zu entwickeln, dass ich über meine nu endeten Spektralstudien, als theoretischer Grundlage der A physik, der XVII. ordentlichen Generalversammlung der «A nomischen Gesellschaft» zu Budapest kurzen Bericht erst konnte, der freundlich aufgenommen wurde.

Da die ersten Versuche auf diesem Gebiete weit zu liegen, und die vorliegende Abhandlung die Frage dem W nach erledigt, lässt sich ein abgerundetes Ganzes nur un Preis einiger Wiederholungen geben. Ich darf jedoch mit Be gung erwähnen, dass meine bisherigen Bestrebungen in der A physik selbst dann wegweisend bleiben, wenn die Resultate selben in manchem Punkte Abänderungen leiden sollten.

Die Emissionsgleichung.

Es ist leicht zu übersehen, dass in einem kontinuierl Spektrum für den Ausdruck der Emission die Gleichung

$$E=f(\lambda, p_1, p_2 \ldots p_r)$$

bestehen muss, in welcher E die zur Wellenlänge λ gehörig tensität, $p_1, p_2 \ldots p_r$ aber von körperlichen Beschaffenheiter

besonders dem Zustande, also Temperatur und Dichte des strahlenden Körpers abhängige Parameter bedeuten; f ist eine vorläufig noch unbekannte, aber wenigstens für kontinuierliche Spektra in spektralem Sinne (daher in engerem, als analytischem Sinne) kontinuierliche Function. Die Existenz dieser Function ist unbezweifelbar, und widerspricht durchaus nicht jener bekannten Thatsache, dass Amplitude, daher auch Intensität in den Integralgleichungen der schwingenden Bewegung stets als willkürliche Konstanten auftreten. Die Willkürlichkeit derselben bezieht sich ja stets nur auf die laufende Zeit, nicht auch auf die Wellenlänge. Ohne eine solche Gleichung wäre in spektralem Sinne ein kontinuierliches Spektrum, zu dessen Charakteristik es gehört, auffallende Licht-Maxima und Minima nicht zu besitzen, gar nicht denkbar.

Zur analytischen Darstellung dieser Gleichung giebt es, wie uns scheint, zwei Wege. Der Ausgangspunkt ist entweder die Bewegung der Körper- und Aethertheilchen mit der Annahme, dass die Elongation der Körpertheilchen nicht grösser sein kann, als jene Maximalentfernung, aus welcher eine Rückkehr in die Gleichgewichtslage noch möglich ist, oder aber wir nehmen den von Quintus Icilius auch experimentell bewiesenen Clausius'schen Satz an, dass die Emission des absolut schwarzen Körpers, und der Körper überhaupt in ein anderes Medium transferiert im Verhältnisse des Quadrates des relativen Brechungsexponenten wächst.

Das erste Princip benützte schon vor mir zu anderen Zwecken Pictet mit gutem Erfolge, der zweite Satz scheint zu weiteren Untersuchungen noch nicht herbeigezogen worden zu sein. Und doch ist die Translation eines strahlenden Körpers in ein Medium von anderem relativen Brechungsindexe vielleicht das fruchtbarste Princip spektralanalytischer Untersuchungen.

Anfangs betrat ich den ersten Weg, und fand bei geeigneter Wahl der auftretenden Konstanten

$$E = \frac{4}{\pi} \mu A \frac{\lambda^2}{(\lambda^2+\mu^2)^2},$$

wo μ die Wellenlänge des Intensitätsmaximums, A die Totalinten-

sität zwischen $\lambda=0$ und $\lambda=\infty$ des kontinuierlichen Spektrums bedeutet.

Die Gleichung kann, je nachdem die Intensität auf andere Einheiten bezogen wird, in verschiedener Form dargestellt werden. Ist z. B. E_0 die der Wellenlänge μ entsprechende Maximalintensität, so wird

$$E_0 = \frac{A}{\pi\mu}.$$

A und μ sind die beiden Parameter oder Elemente des Spektrums, welche mit Hülfe der Spektralgleichung aus mindestens zwei spektralphotometrischen Beobachtungen zweier Farben dargestellt werden können; sie sind natürlich vorläufig unbekannte Functionen der Beschaffenheit, der Temperatur und der Dichte des strahlenden Körpers. Um Missverständnissen vorzubeugen, muss natürlich erwähnt werden, dass sich der Ausdruck auf das *objektive* Spektrum bezieht, dass daher die Empfindlichkeit des Auges oder allgemein die Absorption des das Spektrum auffassenden Apparates oder Mediums nicht berücksichtigt ist.

Das Spektrum beginnt und endet beziehentlich bei den Wellenlängen $\lambda=0$ und $\lambda=\infty$, und nimmt für $\lambda=\mu$ das schon früher hingeschriebene Intensitätsmaximum E_0 an. Zu jeder kleineren Intensität, als E_0, gehören zwei Wellenlängen λ_1 und λ_2, für welche die Gleichung

$$\lambda_1\lambda_2 = \mu^2$$

besteht. Ausserdem besitzt das Spektrum in den Punkten

$$\lambda_{\text{I}} = 0{\cdot}3626\,\mu \quad \text{und} \quad \lambda_{\text{II}} = 1{\cdot}5922\,\mu$$

je einen Inflexionspunkt.

Betreffs der Aenderungen des Spektrums mit der Temperatur kann einstweilen nur so viel behauptet werden, dass Strahlen, für welche $\lambda < \sqrt{3}\,\mu$ ist, rascher intensiver werden, als Strahlen, für welche $\lambda > \sqrt{3}\,\mu$ ist.

Die Emissionsgleichung befriedigt ausserdem den Satz von CLAUSIUS, sowie dessen später zu erwähnende Folgerung, laut deren sie wenigstens zwei von einander unabhängige Parameter zu enthalten hat.

Die Intensität eines zwischen den Strahlen λ' und λ'' gelegenen Spektralbezirkes ist gegeben durch den Ausdruck

$$\mathfrak{E} = \frac{2}{\pi} A \left(\operatorname{arctg} \frac{\mu(\lambda''-\lambda')}{\lambda'\lambda''+\mu^2} - \mu \frac{(\mu^2-\lambda'\lambda'')(\lambda''-\lambda')}{(\lambda'^2+\mu^2)(\lambda''^2+\mu^2)} \right),$$

der sich jedoch bedeutend vereinfacht, wenn die Grenzwellenlängen der Bedingung $\lambda_1\lambda_2=\mu^2$ entsprechen.

Insofern λ' und λ'' als die Grenzen des sichtbaren Spektrums betrachtet werden können, ist der Ausdruck, natürlich von Instrumentalschwächungen abgesehen, einfach die Intensität des sichtbaren Spektrums und kann in der Form

$$\mathfrak{E} = AF(\mu)$$

geschrieben werden, in welcher $F(\mu)$ gewissermassen die Farbe des Mischlichtes des strahlenden Körpers bedeutet.

Die Funktion $F(\mu)$ besitzt einige interessante Eigenschaften; sie verschwindet für $\mu=0$ und $\mu=\infty$, d. h. für unendlich hohe und unendlich niedere Temperaturen, und erreicht für $\mu=0{\cdot}309$ das Maximum $F(\mu)=0{\cdot}2684$. Jenseits der intensivsten Weissglühhitze schreitet die Mischfarbe der Lichtquelle auch bei wachsender Temperatur viel rascher zurück, als sie sich von der Rothglut an entwickelte, so dass z. B. der Farbeneindruck für $\mu=0{\cdot}750$ und $\mu=0{\cdot}096$ derselbe wird. Und die Empfindlichkeit des Auges hört nicht nur für die FRAUNHOFER'sche Linie A und H auf, sondern überhaupt für alle μ Werthe, die so weit ausserhalb des sichtbaren Spektrums fallen, dass für dasselbe kein merklicher Bruchtheil der Intensität abfällt.

Alle erwähnten Eigenschaften der Spektralgleichung, sowie später zu ziehende Folgerungen werden durch zahlreiche Beobachtungen gestützt.

Die Emissionsgleichung stellt weit innerhalb der Beobachtungsfehler eine Bolometermessungsreihe dar, welche das sichtbare Spektrum fünfmal an Ausdehnung übertrifft; in diesem Falle musste die Empfindlichkeit des Instrumentes natürlich für jede Wellenlänge gesondert dargestellt werden.

Sie steht weiter in voller Harmonie mit jenen spektralphotometrischen Messungen, welche H. C. VOGEL an verschiede-

nen Lichtquellen anstellte. Deren Ausdehnung beschränkt sic allerdings nur auf das sichtbare Spektrum, sie gewinnen abe dadurch an Bedeutung, dass sie auf Vergleichen beruhend, un abhängig sind von dem Empfindlichkeitsfaktor des benützten In strumentes und des Auges.

Der Satz, dass Wellenlängen gleicher Intensitäten auf eine gleichseitigen Hyperbel liegen, ist ebenfalls durch mehrere Be obachtungen erhärtet, und die Inflexionspunkte der Spektra kurve finden sich an der theoretisch geforderten Stelle. Das rasch Anwachsen der Function $F(\mu)$ und die Umkehr derselben b gewissen Temperaturen bildete wenigstens in einigen Fällen Ge genstand der Beobachtungen von LUCAS, und der Entwickelung gang farbiger Fixsterne scheint hiermit ebenfalls in engem Zu sammenhange zu stehen.

Endlich mag noch erwähnt werden, dass sich die auf Kon plementärfarben beziehenden Beobachtungen der Gleichung un terstellen lassen, und dass die auf die TALBOT'schen Linien Bezu nehmende Bemerkung, der Eindruck weissen Lichtes bliebe un geändert, wenn aus demselben wenigstens neun homogen Strahlenbüschel ausgelöscht werden, deren Lage indifferent is ebenfalls zu Rechte besteht.

Diesen Thatsachen gegenüber durfte die aufgestellte Emi sionsgleichung jedenfalls als sehr geeignete Interpolationsform betrachtet werden, wenn nämlich auf molekular-physikalische Ueberlegungen fussende Ableitungen für weniger zuverlässig ge halten werden sollten. Jedenfalls schien es aber erwünscht, ein in ihren Folgerungen so weit ausgreifende Gleichung auf sichere Grundlage zu stellen.

Schreibt man die allgemein aufgestellte Gleichung

$$E = f(\lambda, p_1, p_2 \ldots p_r)$$

r-mal nacheinander auf, so lassen sich die Parameter p durc Wellenlängen und Intensitäten ausdrücken. Man kennt sonach auc die Aenderungen, denen die Gleichung unterliegt, wenn der stra lende Körper in ein anderes Medium versetzt wird. Schreibt ma den CLAUSIUS'schen Satz in diesem Sinne auf, so erhält man zu Bestimmung von f eine Functionalgleichung, die wegen beide

seitigem Wegfall der variablen Intensität E augenscheinlich mit irgend einer Dispersionsformel identisch wird. Dies bedingt erstlich, dass die Emissionsgleichung mindestens zwei von einander unabhängige Parameter besitze, zweitens gewinnt man auf diese Weise eine Differentialgleichung, aus der f abgeleitet werden kann.

Wählt man demgemäss irgend eine Dispersionsformel, z. B. die von KETTELER, welche ebenso für anomale Dispersion gilt und sich durch Genauigkeit besonders vortheilhaft auszeichnet, so gelangt man zu einer Integralgleichung der Emissionsfunction, welche durch die gewiss gestattete Annahme, es lassen sich durch blosse willkürliche Abänderung der Temperatur und des Druckes nicht beliebig viele Strahlenbüschel aus dem continuierlichen Spektrum löschen, wieder auf unsere Gleichung führt.

Im Folgenden mag daher diese Gleichung ohne Bedenken als Grundlage der weiteren Untersuchungen angenommen werden, und es darf behauptet werden, dass die Emissionsgleichung ihrer Ableitung nach mit den genauesten Messungen der Optik Schritt halten werde.

Die Spektralgleichung besitzt noch eine wichtige Eigenschaft, welche weitgehende Bedeutung erlangt. Sie besitzt nämlich kein Additionstheorem in dem Sinne, dass zwei superponierte Spektra nicht durch denselben Ausdruck wiedergegeben werden können. Daraus folgt erstens, dass man durch Spektralbeobachtungen das Spektrum einer jeden Region geschichteter Körper gesondert darstellen kann; insbesondere kann daher das Spektrum der Lichthülle und des Kernes eines Fixsternes abgesondert werden. Zweitens treten kontinuierliche und diskontinuierliche Spektra in enge Verwandtschaft. Die Erbreiterung der Gaslinien und deren endlicher Uebergang in ein kontinuierliches Spektrum zwingen zu dem Schlusse, dass die Gasspektra genau denselben Ausdruck besitzen. Der einzige Unterschied besteht lediglich darin, dass in dem kontinuierlichen Spektrum die Wellenlänge die unabhängige Variabele ist, während sie in dem Gasspektrum zu einer Function der laufenden ganzen Zahlen wird.

Diesem schon bei der ersten Ableitung der Spektralgleichung gefundenen Satze hat die BALMER'sche Formel, die nun für

so viele Elemente schon gerechtfertigt erscheint, volle Stütze verliehen.

Der absolut schwarze Körper und der Absorptionskoefficient.

Die Allgemeinheit der Emissionsgleichung erlaubt es zugleich, diese auch auf den absolut schwarzen Körper auszudehnen. Bezeichnet man dessen Parameter mit H und m, wo nun beide Grössen *reine* Functionen der Temperatur allein vorstellen, so wird

$$e = \frac{4}{\pi} mH \frac{\lambda^2}{(\lambda^2+m^2)^2}$$

die Gleichung des Spektrums absolut schwarzer Körper, oder kurz, der analytische Ausdruck der KIRCHHOFF'schen e Function.

Kraft des KIRCHHOFF'schen Satzes kann nun ohne weiteres auch der Absorptionskoefficient aufgeschrieben werden. Sind nämlich μ, A und m, H die Spektralelemente eines beliebigen und eines absolut schwarzen Körpers von derselben Temperatur, so wird

$$a = \frac{E}{e} = \frac{\mu A}{mH} \left(\frac{\lambda^2+m^2}{\lambda^2+\mu^2} \right)^2.$$

Da, wie wir sogleich sehen werden, für gleichtemperierte Körper die Gleichung

$$\frac{\mu^3}{A} = \frac{m^3}{H},$$

besteht, so kann das Absorptionsvermögen in der einfacheren Form

$$a = \frac{\mu^4}{m^4} \left(\frac{\lambda^2+m^2}{\lambda^2+\mu^2} \right)^2$$

geschrieben werden.

Es folgt hieraus, dass unter gleichtemperierten Körpern stets der absolut schwarze Körper das grösste m besitzt, dass daher auch mit wachsender Temperatur die Absorption stets zunimmt. Für sehr kleine Wellenlängen ist $a = 1$ nahezu, daher jeder Körper undurchsichtig, für sehr lange Wellen wird $a = \frac{\mu^4}{m^4}$, ein echter Bruch.

Die Kenntniss der Absorption befreit die Spektralanalyse vollkommen von jenen Fesseln, welche die Grenzen der Temperatur ihr anlegen könnte, denn jetzt ist spektrale Untersuchung nicht nur im glühenden Zustande denkbar, sondern bei jeder beliebigen Temperatur ermöglicht: das einemal bildet die Emission, das anderemal die Absorption Gegenstand der Untersuchung.

Der Absorptionskoefficient kann sogleich für jede beliebige Stoffmenge aufgeschrieben werden. Ist nämlich der Absorptionskoefficient der Schichteneinheit a, so wird bei n-facher Schichtung,

$$a_n = 1-(1-a)^n,$$

wobei natürlich anzunehmen ist, dass jede Schichte aus Stoff in demselben Zustande bestehe. Infolge des KIRCHHOFF'schen Satzes lässt sich nun das Spektrum einer beliebigen Stoffmenge berechnen, insofern die Intensität

$$E_n = \frac{4}{\pi} mH \frac{\lambda^2}{(\lambda^2+m^2)^2}\left(1-\left(1-\frac{\mu^4}{m^4}\left(\frac{\lambda^2+m^2}{\lambda^2+\mu^2}\right)^2\right)^n\right)$$

wird, wobei jedoch E_n nicht mehr durch die einfache Spektralgleichung ausgedrückt werden kann, welche die Massen- oder Volumeinheit charakterisiert.

Schreibt man kurz

$$\frac{\mu^2}{m^2} = a, \qquad x = a\frac{\lambda^2+m^2}{\lambda^2+\mu^2},$$

so wird das das Intensitätsmaximum herstellende x aus der Gleichung

$$[2a-(1+2a)x][1-(1-x^2)^n] + 2nx^2(1-x)(x-a)(1-x^2)^{n-1} = 0$$

und hernach die zugehörige Wellenlänge aus

$$\lambda = \mu\sqrt{\frac{1-x}{x-a}}$$

zu berechnen sein.

Aus der vorangehenden Gleichung folgt, dass die spektralphotometrische Beobachtung einer Lichtquelle zugleich mit den

Elementen des Spektrums auch das Spektrum des mit dem Körper gleichtemperierten absolut schwarzen Körpers giebt. Insofern nun m und H reine Functionen der Temperatur sind, (und wie man sehen wird, H durch m schon gegeben erscheint) führt dies auf Temperaturbestimmungen der Lichtquelle, die vollkommen unabhängig sind von der Entfernung, stofflicher oder Oberflächenbeschaffenheiten, Druck- und Dichteverhältnissen des strahlenden Körpers.

Aus einer früher angezogenen Gleichung, deren Begründung später folgen soll, ersieht man, dass mit μ, H und m auch A mitgegeben ist, und unter Berufung auf ein ebenfalls späteres Resultat mag hier schon erwähnt werden, dass m einfach der absoluten Temperatur umgekehrt proportional ist, so dass

$$m\theta = K,$$

wird.

Das auf beliebige Stoffmenge Bezug habende Absorptionsvermögen betrachteten ZÖLLNER, WÜLLNER und Andere auch so, als ob Dichte und Schichtendicke einander äquivalent wären, n also auch die Dichte bezeichnen könnte. Dies ist jedoch irrig. Würden sich beide Grössen einander äquivalent entsprechen, so könnte durch Druckänderung nur dann eine Änderung des Spektrums entstehen, wenn auch zugleich die Form der Lichtquelle eine andere würde. Das widerspricht aber der Erfahrung. Diese meine Schlussfolgerung bestätigen die directen Versuche von JANSSEN und EBERT.

Dadurch verlieren wir nun ein wichtiges und naheliegendes Hilfsmittel, welches die Bestimmung der Dichte ermöglicht hätte, und das nun anderwärts zu suchen ist.

Die aufgeschriebene Form des allgemeineren Absorptionskoefficienten a_n kommt daher nur bei geschichteten Körpern in Betracht und könnte daher als Schichtengesetz bezeichnet werden.

Auch die auf die Gleichung des Absorptionsvermögens bezüglichen Folgerungen sind durch die Erfahrung vollständig geprüft, die Gleichung selbst an zwei, allerdings nur das sichtbare Spektrum umfassenden Messungsreihen kontrolliert. H. C. VOGEL stellte an verschiedenen Punkten der Sonnenscheibe spek-

tralphotometrische Messungen an, um die Absorption der Chromosphäre zu bestimmen, und G. Müller stellte in ähnlicher Weise die Absorption des Luftkreises für verschiedene Strahlen fest. Die erste Beobachtungsreihe stimmt mit der Absorptionsgleichung so nahe, als es die Genauigkeit des Gegenstandes nur zulässt; die zweite Reihe ist fast vollkommen darstellbar. Die Resultate der Untersuchung sind (da uns jetzt die Werthe von μ nicht interessieren), dass für die Chromosphäre und die irdische Atmosphäre $m=1{,}1631$ und $m=6{,}960$ ist. Mit andern Worten: Ein mit den mittleren Schichten der Chromosphäre, beziehentlich mit den untern Schichten des Luftkreises gleichtemperierter, absolut schwarzer Körper besitzt ein solches Spektrum, in welchem die Wellenlänge des Intensitätsmaximums beziehentlich bei 1,1631 und 6,960 Tausendstel mm. Wellenlänge liegt. Einem früheren Satze zufolge ist also die mittlere Temperatur der Chromosphäre, wenn jene der unteren Luftschichten zu rund 300° absoluter Skale angenommen wird, etwa 1800°. Diese Angabe stimmt gut mit jener Zahl, welche Stefan auf Grund seines Strahlungsgesetzes ableitet. Zugleich ergiebt sich, dass die Konstante K etwa den Werth $K=2088$ besitze.

Die erste Parametergleichung.

Draper fand im Jahre 1847 auf experimentellem Wege den bemerkenswerthen Satz, dass jeder Körper bei derselben Temperatur Strahlen derselben Wellenlänge zu emittieren beginne. Für Strahlen vom dunkelsten Roth beträgt diese Temperatur für alle Körper etwa 798° der absoluten Skale. Derselbe Satz ergiebt sich auch aus dem Kirchhoff'schen Gesetze, ohne dass es nöthig wäre, die analytische Form der e Function zu kennen.

Die Erfahrung lehrt, dass die Emission des absolut schwarzen Körpers bei geringen Temperaturen für jede Strahlengattung nahezu Null ist, dass sie eine kontinuierliche Function der Wellenlänge und der Temperatur ist und zwar derart, dass sie weder beträchtliche Maxima, noch Minima aufweist. Je kleiner die Wellenlänge ist, desto höher muss die Temperatur sein, um der Emission einen merklichen Werth zu verleihen.

Da nun die Absorption für keinen thatsächlichen
Null sein kann, sondern stets ein echter Bruch ist, der für
Wellenlängen sogar der Einheit sehr nahe steht, so folg
das aus dem Emissionsvermögen des absolut schwarzen K
und dem Absorptionsvermögen eines beliebigen Körpers ge
Produkt, also die Emission des letzteren, bei niedriger Te
tur für eine gegebene Wellenlänge ebenfalls nahe Null sein
Sobald aber bei wachsender Temperatur für die Wellenlä
KIRCHHOFF'sche e Function einen von Null abweichenden
annimmt, geschieht dies ebenfalls für die Emission des
Körpers.

Der Satz, dass jeder Körper bei derselben Temperatur
len gegebener Wellenlänge zu emittieren beginnt, hat de
auch theoretischen Werth, und lautet umgekehrt: das Sp
eines jeden Körpers endet bei derselben Temperatur, bei
ben brechbareren Wellenlänge. Die jenen Satz scheinbar abä
den Erfahrungen WEBER's liefern, wie ich seiner Zeit zeigt
eine neue Stütze der Emissionsgleichung.

Nimmt man dem entsprechend den Werth der Er
$E=\varepsilon$ unendlich klein, aber sonst konstant an, so erhäl
durch Auflösung der Gleichung nach der kürzeren Welle
eine Beziehung zwischen den Parametern der Spektra, wel
gegebener Temperatur für alle Körper dieselbe sein muss,

$$\lambda = \sqrt{\frac{\mu A}{\pi \varepsilon}} - \sqrt{\frac{\mu A}{\pi \varepsilon} - \mu^2} = \varphi(\theta),$$

worin $\varphi(\theta)$ eine reine, von Stoff- und Druckbeschaffenheit
Körpers vollkommen unabhängige Temperaturfunction be
Entwickelt man diese, und bleibt mit Rücksicht auf die
liche Kleinheit von ε bei der ersten Potenz dieser kleinen
stehen, so erhält man für zwei Körper derselben Temperat
den Parametern μ, A und μ', A':

$$\frac{\mu^3}{A} = \frac{\mu'^3}{A'},$$

und daher ganz allgemein auch

$$\frac{\mu^3}{A} = \frac{m^3}{H}$$

wo m, H das Spektrum des mit dem gegebenen Körper gleich temperierten absolut schwarzen Körpers bedeutet.

Die Temperaturfunction $\frac{\mu^3}{A}$ ist nun ganz allgemein bekannt, sobald sie für einen einzigen Körper gegeben ist. Ihre Bestimmung kann in mehrfacher Weise geschehen. Anfänglich stützte ich mich auf die kinetische Gastheorie und fand mittels gewiss nicht einwurfsfreier Rechnung die Gleichung

$$\frac{\mu^3\theta^4}{A} = D,$$

in welcher D eine absolute Zahl bedeutet, die DRAPER zum Gedächtniss die DRAPER'sche Konstante heissen mag. Neben diesem Resultate sprach damals der einzige Umstand, dass der gefundene Satz mit dem Strahlungsgesetze STEFAN's identisch ist, wenn die Mischfarbe des Körpers merklich konstant bleibt. Und das STEFAN'sche Gesetz konnte bekanntlich BOLTZMANN auch theoretisch begründen. Später zeigte sich, dass die einfache Gleichung eine von VIOLLE angestellte Messungsreihe, die sich im sichtbaren Spektrum auf vier Wellenlängen und fünf zwischen 775° C. und 1775° C. liegende Temperaturen bezog, mit überraschender Genauigkeit wiedergab. Die grösste Abweichung der einzelnen Resultate betrug 2·1%, was mit Rücksicht auf die Schwierigkeiten photometrischer Messungen gewiss befriedigend ist.

Wählt man als Einheit der Intensität jene Totalintensität, welche von einem cm² bei 1775° C. erstarrender Platinoberfläche ausgestrahlt wird, als Einheit der Wellenlängen das Tausendstelmillimeter, so ist

$$D = 12737.10^8.$$

Seither ergab sich auf verschiedenen Wegen dasselbe Resultat für die Function $\frac{\mu^3}{\lambda}$. Unter Anderm auch dadurch, dass man den ersten Hauptsatz der Wärmetheorie mit den Variabeln μ und A aufschreibt, und den integrierenden Divisor der Differential-

gleichung sucht, der ja dem zweiten Hauptsatze zufolge die absolute Temperatur selbst ist.

Dass die Wellenlänge der Maximalintensität im Spektrum des absolut schwarzen Körpers der absoluten Temperatur umgekehrt proportional ist, lässt sich in ähnlicher Weise zeigen. Der absolut schwarze Körper kann nämlich auch so definiert werden, dass für ihn unter sonst gleichen Umständen und bei derselben Temperatur die Wärmeabgabe oder Aufnahme ein Maximum wird.

Nimmt man die Ausstrahlung des absolut schwarzen Körpers zwischen 0° C. und 100° C. in absolutem Masse zu 0,01763 $\frac{\text{g cal}}{\text{cm}^2 \text{ sec}}$ an, so erhält man, diese Zahl kurz mit a bezeichnend, laut des DRAPER'schen Satzes:

$$H_{100} - H_0 = \frac{1}{D}(m_1^3\theta_1^4 - m_0^3\theta_0^4) = a,$$

wenn θ_1 und θ_0 die den beiden Temperaturen entsprechenden absoluten Temperaturen bezeichnen. Bemerkt man noch, dass $m\theta = K$ war, so kommt

$$100\,\frac{K}{D} = 0{,}01763\,\frac{\text{g cal}}{\text{cm}^2 \text{ sec}}$$

als Zusammenhang zwischen den Konstanten K und D.

Die Methode der langen und kurzen Linien.

Mit geringen Abänderungen führt die bei der Ableitung der ersten Parametergleichung angewandte Methode zur theoretischen Begründung jener wichtigen Beobachtungseinrichtungen, welche LOCKYER so vortheilhaft anwendete. Untersucht man nämlich eine Lichtquelle, welche in ihren verschiedenen Punkten verschiedene Temperatur und Dichte besitzt (etwa dadurch, dass man das auf den Spalt des Spektroskopes entworfene Bild einer Bogenlampe untersucht), so werden in dem Spektrum jene Linien, die schon bei geringer Dichte und niederer Temperatur auftreten, als lange erscheinen, während alle jene Linien, welche nur bei hohen Temperaturen und Dichten bestehen, als kurz er-

scheinen. Da sich hieran zugleich eine Discussion der Gasspektra anschliesst, und die Methode gerade in der Astronomie wichtig wird, da sowohl die Constitution der Himmelskörper, als die Umstände ihrer Beobachtung vollauf dieser Einrichtung sich anpassen, so mag sie hier kurz besprochen werden.

Der Einfachheit halber beschränken wir uns hier ganz auf die Untersuchung absolut schwarzer Körper, obwohl später die Untersuchung, da in der zweiten Parametergleichung die Abhängigkeit des Spektrums von Temperatur und Druck gegeben wird, auch ganz allgemein geführt werden könnte. Wir gewinnen hierdurch den (rechnerischen) Vortheil, dass die Abhängigkeit des Spektrums von der Temperatur sehr einfach aufgeschrieben werden kann. Ein principieller Fehler ist wohl dadurch ausgeschlossen, da ja das Spektrum eines jeden Körpers aus dem des absolut schwarzen Körpers durch Multiplication mit einem echten Bruche hervorgeht. Es möge aber doch noch einmal hervorgehoben werden, dass es uns in diesem Abschnitte nur um qualitative, nicht um quantitative Eigenschaften der Spektra zu thun ist.

In Hinsicht des Draper'schen Satzes kann das Spektrum eines jeden Körpers in der Form

$$E = \frac{4}{\pi D}\,\mu^4\theta^4\,\frac{\lambda^2}{(\lambda^2+\mu^2)^2}$$

geschrieben werden. Wird wieder $E=\varepsilon$ angenommen, wo ε konstant, sonst aber unendlich klein ist, so kann die Auflösung der Gleichung, wie früher nach der Wellenlänge, nun auch nach der Temperatur erfolgen.

Schreibt man kurz

$$c_1 = \frac{2}{\sqrt{\pi\varepsilon D}},$$

wo c_1 für alle Körper konstant ist, und insbesondere für absolute schwarze Körper

$$\mu^2\theta^2 c_2 = 1,$$

wobei c_2 mit der constanten K durch die Gleichung

$$c_2 = \frac{1}{K^2}$$

verbunden ist, so lautet die Lösung:

$$\theta^{-2}=c_1\lambda-c_2\lambda^2,$$

und hiebei bedeutet θ jene Temperatur, bei welcher die Linie absolut schwarzen Körpers eben verschwindet.

Da für die Länge einer Spectrallinie eine besondere Ei nicht existiert, so wird es am zweckmässigsten sein, θ^{-2} selb Länge der Linie zu definieren. Diese Definition ist um so vor hafter, als hiedurch die Länge der Linie vollkommen unabhi wird von den Dimensionen des Apparates und der Lichtq und deren relativer Lage. Ausserdem lässt sie sich unmitt durch einen vor dem Spalte bewegten Bolometerfaden un Galvanometer messen.

Im Sinne der aufgeschriebenen Gleichung besitzt die von der Wellenlänge $\lambda=0$ die Länge $\theta^{-2}=0$; die Linie λ_0 erhält die maximale Länge $\theta_0^{-2}=\frac{c_1^2}{4c_2}$, und die Länge der L verschwindet wieder für die Wellenlänge $\lambda=\frac{c_1}{c_2}$.

Legt man durch einen der Temperatur θ entsprechen Punkt des Spectrums einen unendlich schmalen Streifen $d\theta$ natürlich sobald sich die Temperatur in der Lichtquelle räu langsam ändert, wohl auch die ganze Breite des Spectrums len kann), so werden in jenen Streifen nur jene Linien hineinr deren Länge grösser oder mindestens gleich dem aus der chung folgenden θ^{-2} ist. Die Anzahl der diese Ungleichung b digenden Linien ist zugleich die Anzahl aller Linien, welch der Temperatur θ sichtbar wird. Ist also

$$z=c_1\lambda-c_2\lambda^2-\theta^{-2},$$

so ist eine Linie sichtbar, oder nicht sichtbar, je nach dem fü gegebenes λ und gegebene Temperatur z positiv oder negativ Bedeutet also n die Gesammtzahl der Linien eines Spectr so ergiebt

$$N=\frac{n}{2}+\frac{1}{\pi}\sum_1^n r\int_0^\infty \sin(c_1\lambda_r-c_2\lambda_r^2-\theta^{-2})y\,.\,\frac{dy}{y}$$

kraft der Eigenschaft des bekannten Discontinuitätsfactors die Anzahl der bei der Temperatur θ sichtbaren Linien. Dies zu erwähnen schien von Wichtigkeit, da LOCKYER, wenigstens in einigen Fällen blos durch die Zählung der sichtbaren Linien bis zu 0·01% genaue quantitative Analysen anstellen konnte, die jedoch ganz natürlich auf rein empirischem Boden standen.

Bedeuten λ_1 und λ_2 die beiden Wurzeln der Gleichung $z=0$, und ist $\lambda_1<\lambda_2$, so ist der von λ_1 bis λ_2 sich erstreckende Raum der einzige, in welchem bei der Temperatur θ Spectrallinien sichtbar sind. Die Ausdehnung dieses Raumes hängt wesentlich von der Temperatur ab, und vergrössert sich mit dieser zugleich, indem die Grenze von λ_1 gegen die kürzeren, λ_2 gegen die langen Wellen zu wandert. Der Raum der sichtbaren Linien erbreitert sich symmetrisch nach beiden Seiten, das Maximum der Liniensichtbarkeit behält seine Stellung inne. Die Intensität der Linien rückt jedoch innerhalb dieses Raumes gemäss der Emissionsgleichung weiter.

Bei Erniedrigung der Temperatur verengert sich der Raum sichtbarer Linien, und ist die Temperatur unter

$$\theta=\frac{2}{c_1}\sqrt{c_2}$$

gesunken, so existiert keine einzige sichtbare Linie mehr.

Da in einem Gase λ ohnehin nicht stetig veränderlich ist, können diese, strenge nur für absolut schwarze Körper giltigen Sätze, annäherungsweise auch für Gase angewendet werden. Ein jedes Gasspectrum besitzt daher in der Nähe der Wellenlänge $\lambda=\frac{c_1}{2c_2}$, die nur von den stofflichen Beschaffenheiten des Gases abhängt, eine und nur eine längste Linie, auf welche sich endlich das Spectrum bei abnehmender Temperatur reduciert. Dieser Satz erhielt durch die Beobachtungen LOCKYER's und FRANKLAND's volle Bestätigung.

Wollte man die Gleichung

$$\mu^2\theta^2c_2=1$$

auch für Gase als giltig betrachten, was wir ja in diesem Abschnitte angenähert thaten, so wäre bei n-facher Schichtendicke

$$\theta^{-2} = c_1 \sqrt{n}\lambda - c_2\lambda^2,$$

angenommen, dass die Absorption so gering ist, dass deren zweite und höhere Potenzen vernachlässigt werden dürfen. Daraus ergeben sich die folgenden, quantitativ nur näherungsweise giltigen Sätze:

Zunehmende Menge des strahlenden Gases bedingt eine Verlängerung der Linien, Erbreiterung des Raumes sichtbarer Linien, daher auch Vergrösserung ihrer Zahl. Die Temperatur, bei welcher die letzte Linie verschwindet, tritt umso eher auf, je grösser die glühende Masse ist, und bei wachsender Stoffmenge sind es stets mehr und mehr kurzwellige Linien, welche die Rolle der längsten Linien übernehmen. Ist endlich die Stoffmenge kleiner, als

$$n = \frac{4c_2}{c_1^2\theta^2},$$

so ist bei der Temperatur θ keine einzige Linie des Gases mehr sichtbar. Der hingeschriebene Ausdruck ist also das analytische Maass der Empfindlichkeit der Spectralanalyse.

Die Erfahrung wiederspricht diesen Thatsachen in keinem Punkte, und jene Regel BUNSEN's, dass Stoffe, deren Spectrum schon bei niederen Temperaturen auftritt, zweckmässiger in der Gasflamme, und nicht in elektrischen Funken beobachtet werden, findet hier ihre theoretische Begründung.

Das einfache Spectrum der äussersten Sonnenhüllen, der Kometen und Nebelflecke, des Nord- und Zodiakallichtes kann auf derselben Grundlage verstanden werden.

Das bisher Gesagte, das natürlich unter Berücksichtigung der zweiten Parametergleichung ganz genau für jeden Körper abgeleitet werden könnte, mag unter Berufung auf die Emissionsgleichung und die BALMER'sche Formel noch durch das Nachfolgende ergänzt werden.

In einem beliebigen Gasspectrum können höchstens zwei Linien zugleich gleiche Intensität erlangen, und nur eine einzige kann sich im Maximum der Intensität befinden. Durch Aenderungen des Druckes und der Temperatur können nacheinander alle Linien zu intensivsten gemacht werden. Da das Intensitätsverhältniss des

discontinuierlichen und des (schwachen) continuierlichen Spectrums der Gase lediglich von dem Verhältnisse der beiden Wärmecapacitäten abzuhängen scheint, dieses aber für alle Gase merklich constant ist, so kann behauptet werden, dass unter sonst gleichen Umständen jene Gase ein glänzendes Spectrum besitzen werden, deren Linienanzahl eine geringe ist.

Die Molekulartheorie, der ich die erste Ableitung der Spectralgleichung sowohl für feste als gasförmige Körper verdankte, ergab auch vollständig die Form der BALMER'schen Gleichung. Für jedes Gasspectrum sollte hiernach die Beziehung

$$\lambda_r^2 = \mu^2 \frac{1}{\varphi(r)-1},$$

bestehen, in der $\varphi(r)$ eine, ohne weitere Specification molekularer und Atombewegungen jedoch nicht angebbare Function der laufenden Zahlen r bedeutet. Der Erfahrung nach lautet BALMER's Gleichung:

$$\lambda = h \frac{(n+c)^2}{(n+c)^2-k^2}$$

in welcher h, k^2, und c bezeichnende Constanten des Stoffes sind. Für Hydrogen ist z. B. $h=0{\cdot}364542$, $k=2$, $c=0$ und die Formel giebt die bisher bekannten 13 Hydrogenlinien auf volle 5 Zahlenstellen wieder. Nimmt man $h=0{\cdot}3646205$, so erhält man aus den Beobachtungen von MÜLLER und KEMPF sogar eine sechsziffrige Übereinstimmung. Da die wirkliche Wurzel der interessanten Gleichung bisher unbekannt geblieben, mag es genügen zu erwähnen, dass die Constante h allem Anschein nach mit der Dissociierbarkeit des Stoffes zusammenhängt, und dass die Gleichung auch jene allerdings in engen Grenzen sich bewegenden Bedingungen feststellt, unter denen mehrere Stoffe dieselben gemeinsamen Linien besitzen können.

Verwandte Spectraltheorien.

Strenge genommen stellt jede Strahlungsgleichung ein bestimmtes Integral der Emissionsfunction in seiner Abhängigkeit von der Temperatur vor; so kann z. B. die Strahlungsformel von

DULONG-PETIT, ROSETTI oder STEFAN gedeutet werden. Andere, wie BECQUEREL und ZÖLLNER versuchen wohl auf Grund ihrer Beobachtungen die Wellenlänge einzuführen, doch ist der Erfolg ein ziemlich geringer. Es hält durchaus nicht schwer, empirische Formeln aufzustellen, welche innerhalb des beschränkten sichtbaren Spectrums die Intensität als Function der Wellenlänge genügend genau wiedergeben und daher ganz brauchbare Interpolationsformeln sind. Der wahre Probestein ihrer Anwendbarkeit wird stets das Verhalten der Grenzen $\lambda=0$ und $\lambda=\infty$, und besonders des Absorptionsvermögens bleiben. Von diesem Gesichtspunkte betrachtet entspricht keine der erwähnten Formeln.

Mit bedeutend besserem Erfolge beschäftigte sich mit der Frage W. MICHELSON, dessen Emissionsgleichung dem Wesen nach die MAXWELL'sche Wahrscheinlichkeits-Function ist. Als solche ergiebt sie für die beiden Grenzen des Spectrums in der That die Intensität 0. Bemerkenswerth ist, dass der Satz, nach welchem das aus den Coordinaten des Culminationspunctes der Curve gebildete Parallelegramm dem Inhalte der ganzen Curve nach einem wahrscheinlich für alle Körper constanten Factor proportional sei, ganz meinen eigenen Ergebnissen entspricht, indem sich fand:

$$A = \pi \cdot \mu E_0 .$$

Die Bildung des Absorptionscoefficienten spricht aber auch gegen diese Theorie; wie immer auch die Constanten bestimmt werden mögen, treten für gewisse Wellenlängen Absorptionswerthe auf, die grösser als die Einheit sind, wo doch der Bedeutung nach die Grenze 0 und 1 nicht überschritten werden dürfen. Ebenso wiederspricht der Theorie, dass sich die beobachteten Intensitäten für gewisse Wellenlängen grösser ergeben, als die berechneten, was unter Hinweis auf die Empfindlichkeit des Instrumentes, die ebenfalls ein echter Bruch ist, principiellen Gegensatz bedeutet. Endlich aber genügt die Gleichung dem CLAUSIUS'schen Satze nicht, kann also mit keiner brauchbaren Dispersionsformel identificiert werden.

Die zweite Parametergleichung.

Die DRAPER'sche Gleichung ergiebt zwar mit den Parametern des Spectrums die absolute Temperatur, jedoch ertheilt sie keinen Aufschluss über die Dichte, noch gestattet sie die einer gegebenen Temperatur entsprechenden Spectralelemente zu berechnen. Die einschlägigen Beobachtungen sind ziemlich einseitig, beziehen sich zumeist auf die Erscheinungen der Linienverbreiterung und sind ausserdem, da die Temperatur- und Druckbestimmungen ziemlich roh sind, kaum zu verwenden. Ausserdem lässt sich der Einfluss von Druck und Temperatur auf das Spectrum experimentell kaum trennen, spectrophotometrische Messungen fehlen auf diesem Gebiete ganz und so könnte man im besten Falle nur von Integralwerthen der Emissionsfunction ausgehen.

Die Abtrennung der Wirkung von Temperatur und Druck ist in der That schwierig genug. Unter Berufung auf den ersten Hauptsatz der Wärmetheorie, dessen Heranziehen hier ganz selbstverständlich erscheint — kann man sagen, dass die von der Lichtquelle abgegebene Wärme ganz wesentlich von der Art und Weise abhängt, in welcher sich die Temperatur mit dem Drucke verändert.

Unter solchen Umständen stösst die experimentelle Lösung der Frage auf bedeutende Schwierigkeiten und lässt ebenso wenig hoffen, als die rein auf Beobachtungen gegründete Entscheidung des PTOLEMAEISCHEN und COPPERNIKANISCHEN Systems. Es scheint aber, dass wir auch auf diesem Gebiete schon über so viele Erfahrungsthatsachen verfügen, dass an eine rein deductive Ableitung gedacht werden kann. Dass aber die Lösung der Frage keineswegs leicht is, dafür mag zum Belege auch der Umstand dienen, dass es vieler fruchtloser Versuche bedurfte, und dass seit Aufstellung der ersten Parametergleichung eine ganze Reihe von Jahren vergangen ist.

Die meisten Versuche führten zwar nicht zum Ziele, waren aber doch in einer oder in anderer Richtung lehrreich, und dürften mit der Zeit in der Spectralanalyse Anwendung finden. Das Merkwürdigste war freilich, dass sie alle mehr oder minder be-

stimmt auf das endliche Resultat hinwiesen, was ich leider e nach dessen Feststellung bemerkte.

Es ist vielleicht nicht ganz überflüssig, auf diese Versuc in Kürze hinzuweisen.

a) Gegenseitige Zustrahlung zweier Körper.

Es kommt hier, sowie in allen folgenden Versuchen dara an, Strahlungszustände herzustellen, auf welche die Hauptgl chungen der Wärmetheorie anwendbar sind, und die zuglei einen Uebergang auf die Elemente des Spectrums gestatten.

Vor Allem bestimmte ich die gegenseitige Zustrahlung zwe Körper, die sich — falls von anderseitigem Wärmeverlust abs sehen wird, unter der Form

$$q_1 = \int_0^\infty (E_2 a_1 - E_1)\, d\lambda \quad \text{und} \quad q_2 = \int_0^\infty (E_1 a_2 - E_2)\, d\lambda$$

darstellt. Werden die Integrale zwischen den Grenzen $\lambda = 0$ u $\lambda = \infty$ genommen, so erhält man die Gleichungen

$$q_1 = A_2 \frac{\mu_1^3}{m_1^4 (\mu_1 + \mu_2)^3} ((m_1^2 + \mu_1\mu_2)^2 + \mu_1\mu_2 (\mu_1 + \mu_2)^2) - A_1,$$

$$q_2 = A_1 \frac{\mu_2^3}{m_2^4 (\mu_1 + \mu_2)^3} ((m_2^2 + \mu_1\mu_2)^2 + \mu_1\mu_2 (\mu_1 + \mu_2)^2) - A_2,$$

die sich unter vereinfachenden Annahmen bedeutend reducie lassen. Diese Ausdrücke, die z. B. nach einer gewissen Zeit, we die Temperatur der beiden Körper dieselbe geworden ist, wegen

$$m_1 = m_2 = m$$

und

$$A_1 = \frac{\mu_1^3 \theta^4}{D}, \quad A_2 = \frac{\mu_2^3 \theta^4}{D},$$

die Form

$$q_1 = \frac{\mu_1^3 \theta^4}{D} \left(\frac{\mu_2^3}{m^4 (\mu_1 + \mu_2)^3} ((m^2 + \mu_1\mu_2)^2 + \mu_1\mu_2 (\mu_1 + \mu_2)^2) - 1 \right)$$

$$q_2 = \frac{\mu_2^3 \theta^4}{D} \left(\frac{\mu_1^3}{m^4 (\mu_1 + \mu_2)^3} ((m^2 + \mu_1\mu_2)^2 + \mu_1\mu_2 (\mu_1 + \mu_2)^2) - 1 \right)$$

annehmen, und falls auch der Stoff beider Körper derselbe ist, d. h.

$$\mu_1 = \mu_2 = \mu,$$

in die gemeinsame Form

$$q = \frac{\mu^3 \theta^4}{8Dm^4}(5\mu^4 + 2m^2\mu^2 - 7m^4)$$

übergeben, stellen jedenfalls ein Integral des ersten Hauptsatzes der Wärmetheorie dar. Es scheint mir aber nicht, als ob aus diesen Ausdrücken Besonderes gefolgert werden könnte.

Ebensowenig ergaben sich neue Resultate, als ich den Körper C_2 in einen aus dem Stoffe C_1 bestehenden KIRCHHOFF-schen Kasten sperrte, oder den Strahlungsunterschied suchte, der bestehen muss, wenn ein Körper einmal in vollkommen reflectierender Kugelschale strahlt, deren Inneres dann durch unendlich kleine Oeffnungen mit dem umgebenden Medium in Verbindung gesetzt wird. Obwohl auf diese Vorgänge die Gleichungen der Wärmetheorie Anwendung finden können, zeigen sie doch nicht mehr, als dass die ausgestrahlte Wärmemenge in irgend einem Zusammenhange mit der Entropie des Systems stehe.

b) Translation des strahlenden Körpers in ein neues Medium.

Auf diesem Processe beruht die endgiltige Lösung der Frage, nur suchte ich in den ersten Versuchen die der Uebertragungsarbeit entsprechende Energieänderung. Dadurch kamen in das Problem die den Zustand des Mediums bestimmenden Grössen, was nicht erwünscht schien, und ausserdem willkürliche Functionen, die nicht näher bestimmt werden konnten.

Hieher dürfte auch die Einführung des Brechungsindex gehören. Bei der nahen Verwandtschaft der Emissions- und Dispersionsgleichung schien dies von Erfolg zu sein, doch stellt die Unkenntniss der Abhängigkeit von Temperatur und Druck des Brechungsindex und noch mehr der Dispersion dies wieder in Frage.

Principiell gleichbedeutend mit der Translation des Körpers sind die Einführungen jener Veränderungen, die die Lichtquelle

zeitlich aufweist. Die Methode wäre bei Himmelskörpern anwendbar, trifft aber nur für vollkommene Gase zu.

Nehmen demgemäss die linearen Abmessungen eines kugeligen gasförmigen Himmelskörpers im Verhältnisse von $1 : n$ ab, so wird jedes Volumenelement v zu $\frac{v}{n^3}$, während der Druck p auf pn^4 steigt. Die Temperatur nimmt daher den Werth $n\theta$ an, und der ganze Entwickelungsgang des Himmelskörpers ist nach RITTER durch die Gleichungen

$$p^3v^4 = \text{const.}; \quad p\theta^{-4} = \text{const.}; \quad \text{und} \quad v\theta^3 = \text{const.}$$

gegeben, die nun in die Sprache der Spectralanalyse übersetzt werden müssten. Für irdische Lichtquellen lassen sich ähnliche, aber einfachere Gleichungen aufschreiben, insoferne die meisten Versuche entweder bei constantem Volumen, oder bei constantem Drucke bewerkstelligt werden.

In allen diesen Fällen ist die erste Gleichung der Wärmetheorie integrabel, doch besitzen die Gleichungen, die nur auf ideale Gase Anwendung finden, durchaus nicht die nöthige Allgemeinheit.

c) Explicite Form der thermodynamischen Gleichungen.

Da das Spectrum zwei von einander unabhängige Parameter besitzt, können diese zweifelsohne als Variable der thermodynamischen Gleichungen, also als zustandbestimmend angesehen werden. Die erste Hauptgleichung lautet demgemäss

$$dQ = \varphi(\Lambda, \mu)\, d\Lambda + \psi(\Lambda, \mu)\, d\mu,$$

worin φ und ψ den Integrabilitätsbedingungen nicht genügt. Laut des zweiten Satzes weiss man aber, dass

$$\theta = \sqrt[4]{D}\, \Lambda^{\frac{1}{4}} \mu^{-\frac{1}{4}}$$

der integrirende Divisor der Differentialgleichung ist. Die Bestimmung der Funktionen φ und ψ giebt zwar unmittelbar den Zusammenhang zwischen Λ, μ und θ, v nicht, kann aber doch zur Beurtheilung mancher, gerade astrophysicalischer Fragen wichtig werden.

Wird der Körper in ein anderes Medium transferiert, so wird wegen der Gleichung

$$E_0 = \frac{A}{\pi\mu}$$

aus A nA, aus μ aber $\frac{\mu}{n}$, wenn n den relativen Brechungsexponenten beider Medien bedeutet. Da aber A als ausgestrahlte Totalintensität zum mindesten einen additiven Theil von Q bildet, so folgt, dass in der Gleichung der Wärmeänderung jeder einzelne Theil im neuen Medium n-fach grösser wird. Da nun das Produkt $A\mu$ in Bezug auf den Brechungsindex invariant ist, so folgt, dass die erste Gleichung der Wärmetheorie auch in der Form

$$dQ = \Phi(A\mu)\,dA + \frac{A}{\mu}\,\Psi(A\mu)\,d\mu$$

geschrieben werden kann. Der zweite Hauptsatz ergiebt nun als Beziehung der beiden unbekannten Functionen

$$\Phi(A\mu) - \Psi(A\mu) = A\,(A\mu)^{-\frac{3}{4}},$$

in welcher A die Integrationsconstante bedeutet.

Könnte man nun annehmen, dass der Zuwachs der Totalintensität einfach der Wärmeabnahme gleich wäre, wenigstens in dem Falle, wo μ=const., so wäre:

$$\Phi(A\mu) = -1$$

und dem entsprechend

$$dQ = -dA - \frac{A}{\mu}\,(1 + A\,(A\mu)^{-\frac{3}{4}})\,d\mu,$$

woraus die Gleichung der Entropie entspränge

$$S_0 - S = \frac{4}{3D^{\frac{1}{4}}}\,(A\mu)^{\frac{3}{4}} + \frac{A}{D^{\frac{1}{4}}}\lg\mu.$$

Diese Gleichung liefert wenigstens für ideale Gase den Ausdruck des weiteren Zusammenhanges zwischen den beiden Parametern des Spectrums und den Zustandsvariabeln, ist aber durchaus nicht einwurfsfrei, da es recht fraglich ist, ob einfach $dQ = -dA$ genommen werden darf, die eventuelle potentielle Energie des

Systems ausser Acht lassend. Ohne diese vereinfachende Annahme findet sich die noch jedenfalls allgemeine Gleichung

$$S=S_0+X(A\mu)+A\lg A$$

die mit Rücksicht auf den DRAPER'schen Satz auch in der Form

$$S=S_0+Y(\mu\theta)-A\lg\mu$$

geschrieben werden kann.

Insofern bei constanter Temperatur der absolut schwarze Körper die grösstmögliche Wärme aufzunehmen im Stande ist, so folgt, dass dessen Entropieänderung ein Maximum wird. Man hat demnach

$$\frac{\partial}{\partial\mu}\left(\frac{\partial S}{\partial\mu}\right)=0=Y''(\mu\theta)\,\theta^2+\frac{A}{\mu^2},$$

und als Auflösung derselben, da sie für jede Temperatur gilt, die schon mehrfach benützte Gleichung

$$m\theta=K,$$

in welcher, da es sich um absolut schwarze Körper handelt, K eine reine Zahlenconstante bezeichnet.

Dieselbe Gleichung ergiebt sich auch, wenn die erste Hauptgleichung der Wärmetheorie in dem angeregten Sinne weiter entwickelt wird, indem wir auch die Energie und die äussere Arbeit des Körpers zu bestimmen suchen. Die entsprechenden Gleichungen lauten

$$U=Af(A\mu)\quad\text{und}\quad pdv=g(A\mu)\,dA+h(A\mu)\,\frac{A}{\mu}\,d\mu,$$

und in ihnen bedeuten f, g, h unbekannte Functionen. Auf diesem Wege gelingt es wenigstens formell, v und p durch A und μ auszudrücken. Nimmt man nun in diesen Gleichungen die Dichtigkeit so gross an, dass bei dem Volumen $v=v_0$ der strahlende Körper bis auf unendlich kleine Unterschiede das Spectrum des absolut schwarzen Körpers giebt, so kommt man auf die schon mehr erwähnte Beziehung.

Auf diesem Wege ergiebt sich auch die allgemeine Zustandsgleichung

$$F(\theta, p, v)=0,$$

doch bleiben die Ergebnisse rein formell, da es vorläufig zur Bestimmung der vorkommenden unbekannten Functionen an Mitteln fehlt. Die selbst nur differentielle Anwendung bekannter Strahlungsformeln half über die Schwierigkeiten nicht hinweg.

Ein Zurückgreifen auf die durch Wärme veränderten molekularen Vorgänge im Körper, etwa unter Zuhilfenahme des wohl auch mechanisch definierbaren Absorptionscœfficienten war ebenso wenig von Erfolg gekrönt. Eine zufriedenstellende Verbindung zwischen den spectralen und thermodynamischen Zustandsvariabeln konnte nicht angebahnt werden.

d) Translation des Körpers und die zweite Hauptgleichung der Wärmemechanik.

Die gesuchte zweite Parametergleichung ergiebt sich leicht aus der Translation des Körpers in ein Medium von anderem Brechungsindex.

Denken wir uns einen Körper, der in gegebenem Medium bei gegebenem Zustande die Gesammtenergie $\mathfrak{E}$ ausstrahle. Die absolute Temperatur des Körpers sei θ, seine Energie und Arbeitsleistung U und W. Ueberführt man den Körper in ein Medium dessen Brechungsindex um die unendlich kleine Grösse dn grösser ist, so wird die Gesammtstrahlung um $\mathfrak{E}dn$ grösser. Da in diesem Falle anderer Wärmeaustausch nicht stattfindet, so ist dieser Strahlungsüberschuss einfach mit der der Translation entsprechenden Wärmeabgabe identisch, demnach

$$-\mathfrak{E}dn=dU+dW$$

worin die rechte Seite die unendlich kleine Zunahme der Energie und der äusseren Arbeit bezeichnet.

Dieselbe Gleichung ist auch für mehrere Körper giltig. Es seien C_1 und C_2 zwei gleiche Körper in gleichem Zustande. Die momentane Totalintensität beider beträgt demnach im luftleeren Raume $\mathfrak{E}$ und in einem Medium vom Brechungsindex n gleicherweise $n\mathfrak{E}$. Zwischen den beiden Körpern besteht natürlich vollkommenes Wärmegleichgewicht.

Nun werde der Körper C_2 in ein Medium vom Brechungsindex $n+dn$ überführt. Dadurch ändert sich dessen Zustand, und eine ähnliche Veränderung ist auch an dem im alten Medium gebliebenen Körper bemerkbar. Die Emission des Körpers C_2 ist, da seine Temperatur um $d\theta$, sein Volumen um dv, der Index seines umgebenden Mediums um dn gewachsen ist:

$$\left(\mathfrak{E}+\frac{\partial\mathfrak{E}}{\partial\theta}\,d\theta+\frac{\partial\mathfrak{E}}{\partial v}\,dv\right)(n+dn)=n\mathfrak{E}+n\left(\frac{\partial\mathfrak{E}}{\partial\theta}\,d\theta+\frac{\partial\mathfrak{E}}{\partial v}\,dv\right)+\mathfrak{E}dn,$$

wenn von unendlich kleinen Grössen zweiter Ordnung abgesehen wird.

Die Temperatur und das Volumen des Körpers C_1 haben sich um eben dieselbe Grösse $d\theta$ und dv geändert, denn die gegenseitige Zustrahlung ist dieselbe, mithin sind auch die Temperaturen ungeändert. Die Änderung ist daher zu gleicher Zeit isentrop und isotherm, was eine gleiche Änderung des Volumens beider Körper bedingt. Die Emission des Körpers C_1 wurde daher

$$\left(\mathfrak{E}+\frac{\partial\mathfrak{E}}{\partial\theta}\,d\theta+\frac{\partial\mathfrak{E}}{\partial v}\,dv\right)n,$$

so dass der Strahlungsüberschuss von C_2 wieder $\mathfrak{E}dn$ ist, der als Wärmeabgabe in die erste Gleichung der Wärmetheorie einzuführen ist.

Da n ebenso, wie in der Theorie der Dispersion den relativen Brechungsindex zwischen Körper und Medium darstellt, so muss er unbedingt eine Function der Temperatur und Dichte des strahlenden Körpers sein, also muss die Gleichung

$$dn=\frac{1}{\mathfrak{E}}(dU+dW)$$

integrabel sein. Nun ist aber zufolge des zweiten Hauptsatzes der Wärmetheorie die absolute Temperatur θ schon ein integrierender Divisor der Gleichung, folglich muss $\mathfrak{E}$ die Form besitzen:

$$\mathfrak{E}=\theta\varphi(S),$$

in welcher $\varphi(S)$ eine willkürliche Function der Entropie des Körpers bedeutet. Von der Richtigkeit dieser Gleichung überzeugt

man sich sogleich, wenn man sie in die Bedingung der Integrabilität substituirt, man erhält

$$\varphi(S).\left(\theta\left(\frac{\partial}{\partial v}\left(\frac{\partial W}{\partial \theta}\right)-\frac{\partial}{\partial \theta}\left(\frac{\partial W}{\partial v}\right)\right)+\frac{\partial U}{\partial v}+\frac{\partial W}{\partial v}\right)=0,$$

worin der Factor von $\varphi(S)$ als Ausdruck des zweiten Hauptsatzes von selbst Null ist. Bei der Substitution hat man natürlich zu beachten, dass wegen

$$dQ=\theta dS$$

auch

$$\frac{\partial S}{\partial \theta}=\frac{1}{\theta}\left(\frac{\partial U}{\partial \theta}+\frac{\partial W}{\partial \theta}\right) \text{ und } \frac{\partial S}{\partial v}=\frac{1}{\theta}\left(\frac{\partial U}{\partial v}+\frac{\partial W}{\partial v}\right),$$

geschrieben werden muss, und dass $\frac{\partial^2 W}{\partial \theta \partial v}$ und $\frac{\partial^2 W}{\partial v \partial \theta}$ laut der Bedeutung der äusseren Arbeit einander nicht gleich sind.

Da $\mathfrak{E}$ wenigstens für die Volumeneinheit mit A identisch wird, so kann mit Rücksicht auf das Draper'sche Gesetz gesagt werden, dass die Entropie eine Function der Variabeln $\mu\theta$ ist, wie dies andeutungsweise schon öfters auftrat.

Ganz dieselbe Gleichung kann nun auf verschiedenen Wegen erlangt werden. Betrachtet man $\mathfrak{E}$ als die in der Zeiteinheit durch Strahlung abgegebene Wärme, so wird

$$-\mathfrak{E}dt=dU+dW$$

Da nun die Zeit unbedingt als Function der durch die Strahlung veränderten Temperatur und Dichte aufgefasst werden kann, so muss — wie früher — $\mathfrak{E}$ ein integrierender Divisor der ersten Hauptgleichung sein. Ebenso könnte $\mathfrak{E}$ als die von der Oberflächeneinheit ausgestrahlte Wärmemenge betrachtet werden, was zu demselben Schlusse führt, und die Gleichung zugleich von der Form der Lichtquelle unabhängig macht.

Das abgeleitete Resultat ist durchaus allgemein, selbst der Ausdruck der äusseren Arbeit erscheint unter allgemeinerer Form, als es gewöhnlich zu geschehen pflegt, da man überall gleichen, auf die Oberfläche normal gerichteten Druck annimmt.

Die einzige Frage bezieht sich nun noch auf die Bestimmung der Function $\varphi(S)$.

Auch hiefür lassen sich zwei Wege angeben; der eine ist jedenfalls lückenhaft und — insoferne er sich nur auf ideale Gase bezieht — auch einseitig. Da er aber umgekehrt vielleicht einiges Licht auf Dissociationsvorgänge werfen könnte, soll er wenigstens angedeutet werden.

α) **Dissociationsvorgänge als bestimmend für die Entropiefunction.**

Das Volumen v eines Gases enthalte N Molekeln, jede zu V_0 Atomen. Die Gesammtzahl der Atome beträgt hiernach NV_0 und bleibt auch während der Dissociation dieselbe. Zerfallen nun in irgend einem Stadium der Dissociation x Molekeln in V-atomige Molekeln, so bleiben $N-x$ Molekeln mit den ursprünglich V Atomen und $\frac{V_0}{V}x$ Molekeln mit je V Atomen. Die Gesammtzahl der Molekeln ist also $N+\left(\frac{V_0}{V}-1\right)x$, und die mittlere Atomzahl der einzelnen Molekeln

$$n=\frac{NV_0}{N+\left(\frac{V_0}{V}-1\right)x},$$

welche Zahl bei fortschreitender Dissociation stetem Wachsthum unterworfen ist.

Ein bekannter Satz der kinetischen Gastheorie liefert durch Vergleichung der Atom- und Molekularenergie die bemerkenswerthe Beziehung, nach welcher das Verhältniss der specifischen Wärmen bei constantem Drucke und Volumen für ein n-atomiges Gas durch

$$k=\frac{2n+3}{2n+1},$$

ausdrückbar ist, wonach

$$k-1=\frac{2}{2n+1}$$

wird. Während der Dissociation kann k als stetig veränderlich betrachtet werden, so dass dessen Werth nach dem Vorigen

$$k-1=\frac{2\left(N+\left(\frac{V_0}{V}-1\right)x\right)}{N(2V_0+1)+\left(\frac{V_0}{V}-1\right)x}$$

ist. In ähnlicher Weise verändert sich auch das Volumen. Nach der AVOGADRO'schen Regel ist die Beziehung zwischen dem Anfangs-Volumen v und dem variabelen Volumen v' gegeben durch

$$v'=v\left(1+\left(\frac{V_0}{V}-1\right)\frac{x}{N}\right).$$

Die Entropie hängt bei gasförmigen Stoffen lediglich von dem Argumente $\theta v'^{k-1}$ ab, und daher kann die während des ganzen Dissociationsprocesses ausgestrahlte Intensität $[\mathfrak{E}]$ in der Form

$$[\mathfrak{E}]=\theta\int_0^1\varphi\left(\theta\left(v\left(1+\left(\frac{V_0}{V}-1\right)\xi\right)\right)^2\frac{1+\left(\frac{V_0}{V}-1\right)\xi}{2V_0+1+\left(\frac{V_0}{V}-1\right)\xi}\right)d\xi,$$

geschrieben werden, wenn

$$\xi=\frac{x}{N}$$

gesetzt wird. Die Grenzen sind dadurch zu bestimmen, dass bei Beginn der Dissociation $x=0$ ist, während bei beendetem Zerfall aller Molekeln $x=N$ zu nehmen ist.

Die Substitution

$$u=2\,\frac{1+\left(\frac{V_0}{V}-1\right)\xi}{2V_0+1+\left(\frac{V_0}{V}-1\right)\xi}$$

liefert das einfache Resultat

$$[\mathfrak{E}]=\frac{4V_0}{\frac{V_0}{V}-1}\,\theta\int_{\frac{2}{2V_0+1}}^{\frac{2}{2V+1}}\varphi\left(\theta\left(\frac{2V_0vu}{2-u}\right)^u\right)\frac{du}{(2-u)^2}.$$

Wenn daher ein zweiatomiges Gas durch Dissociation in einatomige Molekeln zerfällt, so ist $V_0=2$, $V=1$, und die während

der Dissociation ausgestrahlte Totalintensität wird

$$[\mathfrak{E}]=8\theta\int_{\frac{1}{2}}^{\frac{2}{3}}\varphi\left(\theta\left(\frac{4vu}{2-u}\right)^u\right)\frac{du}{(2-u)^2}.$$

Da der Werth von $[\mathfrak{E}]$ während des Zerfalls beobachtet werden kann, und wenigstens Anfangs-, Mittel- und Endtemperatur der Dissociation als bekannt vorausgesetzt werden dürfen, so kann die Function φ obwohl nicht ohne Schwierigkeiten bestimmt werden.

Es giebt aber zur Bestimmung dieser Function noch einen verlässlicheren Weg. Immerhin mag der jetzt bezeichnete unter Benützung der abzuleitenden Formeln einigen Nutzen für das Studium der Dissociation bedeuten. Einen hieher weisenden Fingerzeig enthielt schon die eine Constante der BALMER'schen Formel.

β) **Bestimmung der Entropiefunction durch das Massenintegral.**

Der jetzt einzuschlagende Weg zur Bestimmung der Entropiefunction scheint, weil frei von hypothetischen Voraussetzungen, der sicherste zu sein.

Wir denken uns zwei gleiche Körper, die aus demselben Stoffe bestehen, sich in demselben Zustande befinden, und dieselbe Gestalt besitzen. Das Volumen des einen Körpers sei als Einheit genommen, die linearen Abmessungen des zweiten seien die n-fachen. Dann ist die Oberfläche desselben n^2-, die Masse und Entropie n^3-mal grösser. Infolge dessen bestehen die beiden Gleichungen:

$$A=\theta\varphi(S),$$

und

$$\frac{4}{\pi}mHn^2\int_0^\infty\frac{\lambda^2}{(\lambda^2+m^2)^2}\left(1-\left(1-\frac{\mu^4}{m^4}\left(\frac{\lambda^2+m^2}{\lambda^2+\mu^2}\right)^2\right)^n\right)d\lambda=\theta\varphi(n^3S),$$

insofern in diesem Falle das Schichtengesetz mit vollem Rechte angewendet werden darf. Der Nichtproportionalität von Masse und Strahlung entspricht jener bekannte Satz, dass eine grössere Masse langsamer auskühlt. Der absolut schwarze Körper gelangt natür-

lich eben durch die Anwendung des Schichtensatzes in das Problem, denn es ist das aus n Schichten kommende Licht bekanntlich durch

$$E\frac{1-(1-a)^n}{a} = e\,(1-(1-a)^n)$$

gegeben. Da der absolut schwarze Körper schon in unendlich dünner Schichte dasselbe Spektrum liefert, wie bei endlicher Dicke, so ist die Proportionalität der Emission mit der Oberfläche, also mit n^2 in voller Strenge. Bei andern Körpern werden die Verhältnisse schon sehr verwickelt, wie man sich leicht überzeugt, wenn man die Emission einer Gaskugel selbst unter sehr vereinfachenden Umständen berechnet.

Da das vorher aufgeschriebene Integral, das kurz Massenintegral genannt werden dürfte, häufig vorkommt, dürften einige Bemerkungen über die Reduction desselben am Platze sein. Es sei also

$$N=\int_0^\infty \frac{\lambda^2}{(\lambda^2+m^2)^2}\left(1-\frac{\mu^4}{m^4}\left(\frac{\lambda^2+m^2}{\lambda^2+\mu^2}\right)^2\right)^n d\lambda,$$

so wird

$$\mathfrak{E} = n^2\left(H-\frac{4}{\pi}mHN\right).$$

Die Substitution

$$\frac{\mu^2}{m^2}=a, \quad x=a\,\frac{\lambda^2+m^2}{\lambda^2+\mu^2}$$

führt zu der Gleichung

$$N=\frac{a^{\frac{3}{2}}}{2m\,(1-a)}\int_a^1 \sqrt{\frac{1-x}{x-a}}\,\frac{(1-x^2)^n}{x^2}\,dx.$$

Schreibt man nun weiter,

$$\frac{1-x}{x-a}=\operatorname{tg}^2 u,$$

so wird

$$N=2^n\frac{(1-a)^n a^{\frac{3}{2}}}{m}\int_0^{\frac{\pi}{2}}\frac{\sin^{2n+2}u\left(1-\frac{1-a}{2}\sin^2 u\right)^n}{(1-(1-a)\sin^2 u)^2}\,du$$

was durch Gammafunctionen in unendlicher Reihe ausdrückbar ist.

Das vorhergehende Integral kann nach Ausführung einer leichten Integration in der Form

$$n^3 H\left(1-\frac{4}{\pi}m\int_0^\infty \frac{\lambda^2}{(\lambda^2+m^2)^2}\left(1-\frac{\mu^4}{m^4}\left(\frac{\lambda^2+m^2}{\lambda^2+\mu^2}\right)^2\right)^n d\lambda\right)=\theta\varphi(n^3S)$$

geschrieben werden, und da sich H auf den mit dem gegebenen Körper gleichtemperierten absolut schwarzen Körper bezieht, ist

$$H=\frac{m^3}{\mu^3}A=\frac{m^3}{\mu^3}\theta\varphi(S),$$

und in Folge dessen

$$n^3\frac{m^3}{\mu^3}\varphi(S)\left(1-\frac{4}{\pi}m\int_0^\infty \frac{\lambda^2}{(\lambda^2+m^2)^2}\left(1-\frac{\mu^4}{m^4}\left(\frac{\lambda^2+m^2}{\lambda^2+\mu^2}\right)^2\right)^n d\lambda\right)=\varphi(n^3S),$$

woraus nun leicht eine Differentialgleichung für $\varphi(S)$ abgeleitet werden kann.

Setzt man

$$\frac{\lambda}{m}=x,$$

und zur weiteren Abkürzung

$$\frac{m}{\mu}=q,$$

so erhält man

$$n^3q^3\varphi(S)\left(1-\frac{4}{\pi}\int_0^\infty \frac{x^2}{(1+x^2)^2}\left(1-\left(\frac{1+x^2}{1+q^2x^2}\right)^2\right)^n dx\right)=\varphi(n^3S)$$

welche Gleichung offenbar für ein jedes beliebige n giltig ist. Differentiiert man demgemäss nach n, so kommt

$$2nq^3\varphi(S)\left(1-\frac{4}{\pi}\int_0^\infty\frac{x^2}{(1+x^2)^2}\left(1-\left(\frac{1+x^2}{1+q^2x^2}\right)^2\right)^n dx\right)-$$

$$-\frac{4}{\pi}n^2q^3\varphi(S)\int_0^\infty\frac{x^2}{(1+x^2)^2}\left(1-\left(\frac{1+x^2}{1+q^2x^2}\right)^2\right)^n\cdot$$

$$\mathrm{l.}\left(1-\left(\frac{1+x^2}{1+q^2x^2}\right)^2\right)dx=3n^2S\varphi'(n^3S),$$

und diese Gleichung bleibt auch dann noch bestehen, wenn $n=1$ gesetzt wird. Dies giebt

$$2q^3\varphi(S)\left(1-\frac{4}{\pi}\int_0^\infty\frac{x^2}{(1+x^2)^2}\left(1-\left(\frac{1+x^2}{1+q^2x^2}\right)^2\right)dx\right)-$$

$$-\frac{4}{\pi}q^3\varphi(S)\int_0^\infty\frac{x^2}{(1+x^2)^2}\left(1-\left(\frac{1+x^2}{1+q^2x^2}\right)^2\right)\cdot$$

$$\mathrm{l.}\left(1-\left(\frac{1+x^2}{1+q^2x^2}\right)^2\right)dx=3S\varphi'(S),$$

und stellt schon die gesuchte Differentialgleichung für $\varphi(S)$ dar.

Da die Werte der in der ersten Reihe stehenden Integrale einfach

$$\int_0^\infty\frac{x^2}{(1+x^2)^2}dx=\frac{\pi}{4}\quad\text{und}\quad\int_0^\infty\frac{x^2}{(1+q^2x^2)}dx=\frac{\pi}{4q^3},$$

sind, so wird die Gleichung etwas einfacher

$$2\varphi(S)-\frac{4}{\pi}q^3\varphi(S)\left(\int_0^\infty\frac{x^2}{(1+x^2)^2}\mathrm{l.}\left(1-\left(\frac{1+x^2}{1+q^2x^2}\right)^2\right)dx-\right.$$

$$\left.-\int_0^\infty\frac{x^2}{(1+q^2x^2)^2}\mathrm{l.}\left(1-\left(\frac{1+x^2}{1+q^2x^2}\right)^2\right)dx\right)=3S\varphi'(S).$$

Schreibt man nun

$$u(p)=\int_0^\infty\frac{x^2}{(1+p^2x^2)^2}\mathrm{l.}\left(1-\left(\frac{1+x^2}{1+q^2x^2}\right)^2\right)dx,$$

so erhält man die einfache Gleichung

$$2\varphi(S) - \frac{4}{\pi} q^3 \varphi(S)(u(1)-u(q)) = 3S\varphi'(S),$$

so dass wir uns im Folgenden nur mit dem Integrale

$$\omega(p, r, s) = \int_0^\infty \frac{x^2}{(1+p^2x^2)^2} \mathrm{l.}(r+sx^2)\,dx$$

zu beschäftigen haben. Ist dies berechnet, so wird

$$u(p) = \omega(p, 0, 2(q^2-1)) + \omega\left(p, 1, \frac{q^2+1}{2}\right) - 2\omega(p, 1, q^2),$$

da ja $u(p)$ in die Form

$$u(p) = \int_0^\infty \frac{x^2}{(1+p^2x^2)^2}\left(\mathrm{l.}\,2(q^2-1) + \mathrm{l.}\,x^2 + \right.$$
$$\left. + \mathrm{l.}\left(1 + \frac{q^2+1}{2}x^2\right) - 2\,\mathrm{l.}(1+q^2x^2)\right)$$

gebracht werden kann.

Differentiirt man das bestimmte Integral $\omega(p, r, s)$ nach de Parameter s, so kommt

$$\frac{\partial\omega(p, r, s)}{\partial s} = \int_0^\infty \frac{x^4}{(1+p^2x^2)^2(r+sx^2)}\,dx,$$

das leicht berechnet werden kann.

Schreibt man

$$\frac{1}{(1+p^2x^2)^2(r+sx^2)} = \frac{A}{(1+p^2x^2)^2} + \frac{B}{1+p^2x^2} + \frac{C}{r+sx^2},$$

wo

$$A = \frac{p^2(rp^2-s)}{(s-rp^2)^2}, \qquad B = -\frac{p^2s}{(s-rp^2)^2}, \qquad C = \frac{s^2}{(s-rp^2)^2},$$

so gelangt man zu der einfachen Gleichung

$$\frac{\partial\omega(p, r, s)}{\partial s} = \frac{\pi}{2}\left(C\frac{r}{s^2}\sqrt{\frac{r}{s}} + \frac{B}{p^5} - \frac{3}{2}\frac{A}{p^5}\right),$$

welche mit Rücksicht auf die Werthe von A, B, C, in

$$\frac{\partial \omega(p,r,s)}{\partial s} = \frac{\pi}{2(s-rp^2)^2}\left(r\sqrt{\frac{r}{s}} - \frac{s}{p^3} - \frac{3}{2p^3}(rp^2-s)\right)$$

übergeht.

Integriert man nun wieder nach s, so kommt

$$\omega(p,r,s) = \text{Const.} + \frac{\pi\sqrt{r}}{2p^2}\left(\frac{1}{2p\sqrt{r}}\,\text{l.}\,\frac{p\sqrt{r}+\sqrt{s}}{p\sqrt{r}-\sqrt{s}} - \frac{\sqrt{s}}{s-rp^2}\right) - \\ - \frac{\pi r}{2p(rp^2-s)} + \frac{\pi}{4p^3}\,\text{l.}\,(rp^2-s),$$

und die Constante bestimmt sich aus der Bemerkung, dass für $s=0$

$$\omega(p,r,0) = \text{l.}\,r\int_0^\infty \frac{x^2}{(1+p^2x^2)^2}\,dx = \frac{\pi}{4p^3}\,\text{l.}\,r$$

wird, was nach einigen Reductionen auf

$$\omega(p,r,s) = \frac{\pi}{2p^3}\left(\frac{p\sqrt{rs}-s}{rp^2-s} - \text{l.}\,p + \text{l.}\,(p\sqrt{r}+\sqrt{s})\right)$$

hinführt.

Bildet man demgemäss die einzelnen Bestandtheile von $u(p)$, so erhält man

$$\omega(p,0,2(q^2-1)) = \frac{\pi}{2p^3}\left(1-\text{l.}\,p+\frac{1}{2}\,\text{l.}\,(2q^2-2)\right);$$

$$\omega\left(p,\,1,\,\frac{q^2+1}{2}\right) = \frac{\pi}{2p^3}\left(\frac{p\sqrt{\frac{q^2+1}{2}}-\frac{q^2+1}{2}}{p^2-\frac{q^2+1}{2}} - \right. \\ \left. - \text{l.}\,p + \text{l.}\left(p+\sqrt{\frac{q^2+1}{2}}\right)\right),$$

$$\omega(p,1,q^2) = \frac{\pi}{2p^3}\left(\frac{q}{p+q} - \text{l.}\,p + \text{l.}\,(p+q)\right),$$

und mit diesen $u(p)$ selbst in der Form

$$u(p)=\frac{\pi}{2p^3}\left(1+\frac{1}{2}\,l.\,(2q^2-2)+\frac{p\sqrt{\frac{q^2+1}{2}}-\frac{q^2+1}{2}}{p^2-\frac{q^2+1}{2}}+\right.$$

$$\left.+\,l.\left(p+\sqrt{\frac{q^2+1}{2}}\right)-\frac{2q}{p+q}-2\,l.\,(p+q)\right).$$

Hierin ist einmal $p=1$, dann $p=q$ zu setzen, und dann sind die Resultate von einander zu subtrahieren.

Dies giebt

$$u(q)=\frac{\pi}{2q^3}\left(l.\,\frac{\sqrt{q^2-1}\,[\sqrt{2}q+\sqrt{q^2+1}]}{4q^2}+\right.$$

$$\left.+\,\frac{q\sqrt{2(q^2+1)}-(q^2+1)}{q^2-1}\right),$$

$$u(1)=\frac{\pi}{2}\left(l.\,\frac{\sqrt{q^2-1}\,(\sqrt{2}+\sqrt{q^2+1})}{(1+q)^2}+\frac{\sqrt{2}\sqrt{q^2+1}-2q}{1-q^2}\right)$$

und in Folge dessen:

$$u(1)-u(q)=\frac{\pi}{2q^3}\left(q^3\,l.\,\frac{\sqrt{q^2-1}\,(\sqrt{2}+\sqrt{q^2+1})}{(1+q)^2}-\right.$$

$$-\,l.\,\frac{\sqrt{q^2-1}\,(\sqrt{2}q+\sqrt{q^2+1})}{4q^2}-q^3\,\frac{\sqrt{2}\sqrt{q^2+1}-2q}{q^2-1}-$$

$$\left.-\,\frac{q\sqrt{2}\sqrt{q^2+1}-(q^2+1)}{q^2-1}\right).$$

Darnach nimmt unsere Differentialgleichung die folgende Form an:

$$3S\varphi'(S)=2\varphi(S)\left(-q^3\,l.\,\frac{\sqrt{q^2-1}\,(\sqrt{2}+\sqrt{q^2+1})}{(1+q)^2}+\right.$$

$$+\,l.\,\frac{\sqrt{q^2-1}\,(\sqrt{2}q+\sqrt{q^2+1})}{4q^2}+q^3\,\frac{\sqrt{2}\sqrt{q^2+1}-2q}{q^2-1}+$$

$$\left.+\,\frac{q\sqrt{2}\sqrt{q^2+1}-2}{q^2-1}\right).$$

Zieht man nun in Betracht, dass

$$q^3 = \frac{m^3}{\mu^3} = \frac{H}{A}$$

ist, insofern sich m und μ auf zwei gleichtemperierte Körper beziehen, und dass ebenso

$$A = \theta\varphi(S), \quad H = \theta\varphi(\sigma),$$

geschrieben werden kann, worin σ die auf dieselbe Temperatur bezogene Entropie des absolut schwarzen Körpers bedeutet, so bekommt man

$$\varphi(S) = q^{-3}\varphi(\sigma).$$

Die Differentiation dieser Gleichung nach q, das in σ nicht enthalten ist, giebt

$$\varphi'(S)\frac{dS}{dq} = -3q^{-4}\varphi(\sigma),$$

und dies in die obige Gleichung eingeführt:

$$\text{l. } S = \text{Const.} - \frac{9}{2}\int\frac{dq}{q}\left(-q^3\,\text{l.}\,\frac{\sqrt{q^2-1}\,(\sqrt{2}+\sqrt{q^2+1})}{(1+q)^2} + \right.$$
$$+\,\text{l.}\,\frac{\sqrt{q^2-1}(\sqrt{2}q+\sqrt{q^2+1})}{4q^2} + q^3\,\frac{\sqrt{2}\sqrt{q^2+1}-2q}{q^2-1} +$$
$$\left. + \frac{q\sqrt{2}\sqrt{q^2+1}-2}{q^2-1}\right)^{-1}.$$

Da m stets grösser ist, als μ, schreibt man zweckmässiger

$$x = \frac{\mu}{m} = \frac{1}{q}$$

und gelangt zu folgender Quadratur,

$$\text{l. } S = \text{l. } S_0 + \frac{9}{2}\int\frac{x^2}{X}\,dx,$$

in welcher die Constante mit l. S_0 bezeichnet ist, und wo kurz

$$X = x^3 \,\mathrm{l}.\, \frac{\sqrt{1-x^2}(\sqrt{2}+\sqrt{1+x^2})}{4} -$$

$$- \,\mathrm{l}.\, \frac{\sqrt{1-x^2}(\sqrt{2}x+\sqrt{1+x^2})}{(1+x)^2} +$$

$$+ \frac{1}{1-x^2}\left(\sqrt{2}\sqrt{1+x^2}\,x(1+x^2) - 2x(1+x^4)\right)$$

gesetzt wurde.

Dadurch ist die zweite Parametergleichung bestimmt, und wenigstens für Gase aufschreibbar, insoferne für diese

$$S = c_v \,\mathrm{l}.\,(\theta v^{k-1})$$

zu setzen ist.

γ) Reihenform der zweiten Parametergleichung.

Die Gleichung lässt sich in endlicher Form nicht darstellen, und daher muss man mechanische Quadratur oder Reihenentwickelungen vornehmen..

Im ersteren Falle ist die Einführung von Briggsischen Logarithmen erwünscht. Man schreibt daher

$$\log. S - \log. S_0 + [9{,}928\,7811-10]\int \frac{x^3}{X'}\,dx$$

wo

$$X' = x^3 \log. \frac{\sqrt{1-x^2}(\sqrt{2}+\sqrt{1+x^2})}{4} -$$

$$- \log. \frac{\sqrt{1-x^2}(\sqrt{2}x+\sqrt{1+x^2})}{(1+x)^2} +$$

$$+ 0{,}434\,2945\,\frac{1}{1-x^2}\left(\sqrt{2}\sqrt{1+x^2}\,x(1+x^2) - 2x(1+x^4)\right),$$

und die in [ ] stehenden Zahlen schon gewöhnliche Logarithmen bedeuten. Auch kann der Ausdruck zu diesem Zwecke durch die Substitution $x = \mathrm{tang}\,\varphi$ in eine für numerische Berechnung bequemere Form gebracht werden.

Aber auch die Reihenentwickelung erledigt sich recht einfach. Wir betrachten zu dem Zwecke die einzelnen in X vorkommenden Glieder.

Es ist

$$\text{l.}(\sqrt{2}x+\sqrt{1+x^2}) = \varepsilon_0\sqrt{2}x - \frac{1}{2}x^2 + \frac{1}{3}\varepsilon_1\sqrt{2}x^3 -$$

$$-\frac{1}{4}x^4 + \frac{1}{5}\sqrt{2}(\varepsilon_0+\varepsilon_2)x^5 - \frac{1}{6}x^6 + \cdots = -\sum_0^\infty \frac{1}{2n+2}x^{2n+2} +$$

$$+\sqrt{2}\sum_0^\infty \frac{1}{4n+1}(\varepsilon_0+\varepsilon_2+\cdots+\varepsilon_{2n})x^{4n+1} +$$

$$+\sqrt{2}\sum_0^\infty \frac{1}{4n+3}(\varepsilon_1+\varepsilon_3+\cdots+\varepsilon_{2n+1})x^{4n+3},$$

wenn Kürze halber

$$\varepsilon_i = \left(\frac{1}{2}\right)_i$$

den i-ten Binomialcoefficienten von $\frac{1}{2}$ bezeichnet.

Ebenso wird

$$\text{l.}(\sqrt{2}+\sqrt{1+x^2}) = \text{l.}(1+\sqrt{2}) + \frac{1}{2}(\sqrt{2}\varepsilon_0 - 1)x^2 +$$

$$+\frac{1}{4}(\sqrt{2}\varepsilon_1 - 1)x^4 + \frac{1}{6}(\sqrt{2}\varepsilon_2 + \sqrt{2}\varepsilon_0 - 1) + \cdots$$

$$= \sqrt{2}\sum_0^\infty \frac{1}{4n+2}\left(\varepsilon_{2n}+\varepsilon_{2n-2}+\cdots+\varepsilon_0 - \frac{1}{\sqrt{2}}\right)x^{4n+2} +$$

$$+\sqrt{2}\sum_0^\infty \left(\varepsilon_{2n+1}+\varepsilon_{2n-1}+\cdots+\varepsilon_1 - \frac{1}{\sqrt{2}}\right)x^{4n+4};$$

$$\frac{1}{2}\lg(1-x^2) = -\frac{1}{2\cdot 1}x^2 - \frac{1}{2\cdot 2}x^4 - \frac{1}{2\cdot 3}x^6 - \cdots$$

$$2\,\text{l.}(1+x) = \frac{2}{1}x - \frac{2}{2}x^2 + \frac{2}{3}x^3 - \frac{2}{4}x^4 + \frac{2}{5}x^5 - \cdots$$

und, da der Logarithmen nicht enthaltende Ausdruck in X auch

$$\frac{1}{1-x^2}(\sqrt{2}x(1+x^2)^{\frac{1}{2}} - 2x(1+x^4)) =$$

$$= x^3 - \frac{2x+x^3+x^5}{1-x^2} + \frac{\sqrt{2}x(1+x)^{\frac{1}{2}}}{1-x^2}$$

geschrieben werden kann, so ist

$$(2x-x^3+x^5)(1-x^2)^{-1}=2x-3x^3+4x^5+4x^7+4x^9+4x^{11}+\cdots$$

und endlich

$$\frac{\sqrt{2}x}{1-x^2}(1+x^2)^{\frac{1}{2}}=$$

$$=\sqrt{2}x(1+(1+\eta_1)x^2+(1+\eta_1+\eta_2)x^4+(1+\eta_1+\eta_2+\eta_3)x^6+\cdots),$$

wenn auch der i-te Binomialcoefficient von $\frac{2}{3}$ mit

$$\eta_i=\left(\frac{3}{2}\right)_i$$

bezeichnet wird.

Die Vereinigung der einzelnen Ausdrücke giebt

$$X=\left(\frac{7}{3}\sqrt{2}-\frac{4}{3}-2\,l.2+l.(1+\sqrt{2})\right)x^3-$$

$$-\left(4+\frac{6}{2\cdot5}+\frac{\sqrt{2}}{2\cdot5}(5\varepsilon_2-3(\varepsilon_2+\varepsilon_0))-\sqrt{2}(1+\eta_1+\eta_2)\right)x^5-$$

$$-\left(4+\frac{6}{4\cdot7}+\frac{\sqrt{2}}{4\cdot7}(7\varepsilon_3-3(\varepsilon_3+\varepsilon_1))-\sqrt{2}(1+\eta_1+\eta_2+\eta_3)\right)x^7-$$

$$-\left(4+\frac{6}{6\cdot9}+\frac{\sqrt{2}}{6\cdot9}(9\varepsilon_4-3(\varepsilon_4+\varepsilon_2+\varepsilon_0))-\right.$$

$$\left.-\sqrt{2}(1+\eta_1+\eta_2+\eta_3+\eta_4)\right)x^9-$$

$$-\left(4+\frac{6}{8\cdot11}+\frac{\sqrt{2}}{8\cdot11}(11\varepsilon_5-3(\varepsilon_5+\varepsilon_3+\varepsilon_1))-\right.$$

$$\left.-\sqrt{2}(1+\eta_1+\cdots+\eta_4+\eta_5)\right)x^{11}-$$

$$-\left(4+\frac{6}{10\cdot13}+\frac{\sqrt{2}}{10\cdot13}(13\varepsilon_6-3(\varepsilon_6+\varepsilon_4+\varepsilon_2+\varepsilon_0))-\right.$$

$$\left.-\sqrt{2}(1+\eta_1+\cdots+\eta_5+\eta_6)\right)x^{13}-\cdots$$

$$\cdots-\left(4+\frac{6}{(2i-2)(2i+1)}+\frac{\sqrt{2}}{(2i-2)(2i+1)}((2i+1)\varepsilon_i-3(\varepsilon_i+\right.$$

$$\left.+\varepsilon_{i-2}+\varepsilon_{i-4}+\cdots))-\sqrt{2}(\eta_i+\eta_{i-1}+\eta_{i-2}+\cdots+\eta_1+1)\right)x^{2i+1}-\cdots$$

worin das Bildungsgesetz klar am Tage liegt. Die ersten zwei Potenzen von x fehlen ganz, die paarigen Potenzen fallen ebenfalls aus. Das Integral besitzt daher die Form

$$\text{l. } S = \text{l. } S_0 + p_0 \text{ l. } x + q_2 x^2 + q_4 x^4 + \cdots$$

Da die Werthe von

$$(n) = \frac{1 . 3 . 5 . 7 \ldots (2n-1)}{2^n . n!}$$

sich häufig in Tabellen vorfinden, so kann einfach

$$\varepsilon_n = (-1)^{n+1} \frac{(n)}{2n-1}, \quad \eta_n = (-1)^n \frac{3\,(n)}{(2n-3)(2n-1)},$$

oder auf einander bezogen

$$\eta_n = -\frac{3}{2i-3} \varepsilon_i$$

geschrieben werden.

Die Reihe convergiert zwar langsam, kann aber selbst für der Einheit nahe stehende x ganz gut benützt werden. Die Integration ist natürlich erst dann ausführbar, wenn auch der reciproke Werth der Reihe nach wachsenden Potenzen von x entwickelt vorliegt.

Da sämmtliche vorkommenden Reihen auch ausserhalb der Astronomie von Wichtigkeit werden dürften, möge deren Berechnung hier folgen. Für natürliche Lichtquellen ist x stets ein verhältnissmässig kleiner Bruch, die Ausdehnung der Reihe daher für praktische Zwecke genügend weit getrieben. Die in [] stehenden Zahlen bedeuten immer gewöhnliche Logarithmen. Die Controllerechnung dieser Reihen verdanke ich L. von Tolnay jr., der ebenfalls so freundlich war, die mühsame Umkehrung der Reihe (auf Seite 46) zu berechnen.

$$\frac{X}{x^2} = 1{\cdot}461\,5774\,x - 0{\cdot}074\,5161\,x^3 - 0{\cdot}173\,6752\,x^5 -$$
$$- 0{\cdot}025\,6049\,x^7 - 0{\cdot}050\,5292\,x^9 - 0{\cdot}012\,9253\,x^{11} -$$
$$- 0{\cdot}023\,4481\,x^{13} - 0{\cdot}007\,8109\,x^{15} - 0{\cdot}013\,4039\,x^{17} -$$
$$- 0{\cdot}005\,2404\,x^{19} - 0{\cdot}008\,6322\,x^{21} - 0{\cdot}003\,7651\,x^{23} -$$
$$- 0{\cdot}006\,0062\,x^{25} - 0{\cdot}002\,8390\,x^{27} - 0{\cdot}004\,4120\,x^{29} -$$
$$- 0{\cdot}002\,2186\,x^{31} - 0{\cdot}003\,3739\,x^{33} - 0{\cdot}001\,7829\,x^{35} -$$

$$- 0{\cdot}002\,6609\,x^{37} - 0{\cdot}001\,4646\,x^{39} - 0{\cdot}002\,1508\,x^{41} -$$
$$- 0{\cdot}001\,2251\,x^{43} - 0{\cdot}001\,7739\,x^{45} - 0{\cdot}001\,0403\,x^{47} -$$
$$- 0{\cdot}001\,4872\,x^{49} - \cdots$$

$$\frac{X}{x^3} = [0{\cdot}164\,8219]\,x - [8{\cdot}872\,250]\,x^3 - [9{\cdot}239\,738]\,x^5 -$$
$$- [8{\cdot}408\,323]\,x^7 - [8{\cdot}703\,542]\,x^9 - [8{\cdot}111\,441]\,x^{11} -$$
$$- [8{\cdot}370\,108]\,x^{13} - [7{\cdot}892\,701]\,x^{15} - [8{\cdot}127\,231]\,x^{17} -$$
$$- [7{\cdot}71\,936]\,x^{19} - [7{\cdot}93\,612]\,x^{21} - [7{\cdot}57\,578]\,x^{23} -$$
$$- [7{\cdot}77\,860]\,x^{25} - [7{\cdot}45\,301]\,x^{27} - [7{\cdot}64\,464]\,x^{29} -$$
$$- [7{\cdot}34\,608]\,x^{31} - [7{\cdot}52\,813]\,x^{33} - [7{\cdot}25\,113]\,x^{35} -$$
$$- [7{\cdot}42\,503]\,x^{37} - [7{\cdot}16\,572]\,x^{39} - [7{\cdot}33\,260]\,x^{41} -$$
$$- [7{\cdot}08\,817]\,x^{43} - [7{\cdot}24\,893]\,x^{45} - [7.01\,716]\,x^{47} -$$
$$- [7{\cdot}17\,237]\,x^{49} - \cdots$$

$$\text{l.}\frac{S}{S_0} = 0{\cdot}684\,1922\,\text{l.}\,x + 0{\cdot}017\,4412\,x^2 +$$
$$+ 0{\cdot}020\,7698\,x^4 + 0{\cdot}003\,3945\,x^6 + 0{\cdot}004\,3969\,x^8 +$$
$$+ 0{\cdot}001\,2925\,x^{10} + 0{\cdot}001\,6127\,x^{12} + 0{\cdot}000\,6281\,x^{14} +$$
$$+ 0{\cdot}000\,7603\,x^{16} + 0{\cdot}000\,3515\,x^{18} + 0{\cdot}000\,4153\,x^{20} +$$
$$+ 0{\cdot}000\,2143\,x^{22} + 0{\cdot}000\,2512\,x^{24} + 0{\cdot}000\,1406\,x^{26} +$$
$$+ 0{\cdot}000\,1629\,x^{28} + 0{\cdot}000\,0965\,x^{30} + \cdots$$

$$\text{l.}\frac{S}{S_0} = [9{\cdot}835\,1781]\,\text{l.}\,x + [8{\cdot}24\,158]\,x^2 + [8{\cdot}31\,743]\,x^4 +$$
$$+ [7{\cdot}53\,077]\,x^6 + [7{\cdot}64\,315]\,x^8 + [7{\cdot}11\,142]\,x^{10} +$$
$$+ [7{\cdot}20\,756]\,x^{12} + [6{\cdot}79\,802]\,x^{14} + [6{\cdot}88\,096]\,x^{16} +$$
$$+ [6{\cdot}54\,593]\,x^{18} + [6{\cdot}61\,843]\,x^{20} + [6{\cdot}33\,102]\,x^{22} +$$
$$+ [6{\cdot}39\,994]\,x^{24} + [6{\cdot}14\,792]\,x^{26} + [6{\cdot}21\,186]\,x^{28} +$$
$$+ [5{\cdot}98\,464]\,x^{30} + \cdots$$

$$\log.\frac{S}{S_0} = 0{\cdot}684\,1922\,\log.\,x + 0{\cdot}007\,5746\,x^2 + 0{\cdot}009\,0202\,x^4 +$$
$$+ 0{\cdot}001\,4742\,x^6 + 0{\cdot}001\,9096\,x^8 + 0{\cdot}000\,5613\,x^{10} +$$
$$+ 0{\cdot}000\,7004\,x^{12} + 0{\cdot}000\,2728\,x^{14} + 0{\cdot}000\,3302\,x^{16} +$$
$$+ 0{\cdot}000\,1521\,x^{18} + 0{\cdot}000\,1804\,x^{20} + 0{\cdot}000\,0930\,x^{22} +$$
$$+ 0{\cdot}000\,1086\,x^{24} + 0{\cdot}000\,0607\,x^{26} + 0{\cdot}000\,0702\,x^{28} +$$
$$+ 0{\cdot}000\,0416\,x^{30} + \cdots$$

$$\log.\frac{S}{S_0} = [9{\cdot}835\,1781]\log. x + [7{\cdot}87\,936]x^2 + [7{\cdot}95\,522]x^4 +$$
$$+ [7{\cdot}16\,856]x^6 + [7{\cdot}28\,093]x^8 + [6{\cdot}74\,923]x^{10} +$$
$$+ [6{\cdot}84\,535]x^{12} + [6{\cdot}43\,583]x^{14} + [6{\cdot}51\,876]x^{16} +$$
$$+ [6{\cdot}18\,226]x^{18} + [6{\cdot}25\,612]x^{20} + [5{\cdot}96\,834]x^{22} +$$
$$+ [6{\cdot}03\,595]x^{24} + [5{\cdot}78\,295]x^{26} + [5{\cdot}84\,620]x^{28} +$$
$$+ [5{\cdot}61\,943]x^{30} + \cdots$$

Die Reihenentwickelung zeigt sogleich, dass für $x = 0$ wird: $\frac{x^2}{X} = 0$, während

$$x = 1 - \xi$$

für sehr kleine ξ ergiebt:

$$\frac{x^2}{X} = \frac{1 - 2\xi}{1 - \frac{19}{4}\xi - \frac{3}{2}\xi 1.\xi}$$

woraus $\frac{x^2}{X} = 1$ folgt für $\xi = 0$, das heisst für $x = 1$.

Das Resultat der Integration stellt sich jedenfalls unter der Form dar

$$S = S_0 F(x) = S_0 F\left(\frac{\mu}{m}\right),$$

statt welcher auch

$$S = S_0 F\left(\frac{\mu\theta}{K}\right)$$

geschrieben werden kann. Ersetzt man hier θ durch seinen aus dem DRAPER'schen Satze folgenden Werth, so hängt die Entropie lediglich von dem Argumente $\frac{\mu^3}{A}$ ab, das in ähnlicher Beziehung zu dem langwelligen Ende des Spektrums steht, in welcher $\frac{\mu^3}{A}$ zu dem kurzwelligen stand. Die Ergebnisse der beiden Parametergleichungen lassen sich also in dem eleganten Satze zusammenfassen:

Die Wellenlänge des kurz-, beziehentlich langwelligen Endes des Spektrums ist eine reine Function der absoluten Temperatur, beziehungsweise der Entropie des strahlenden Körpers.

Die Abhängigkeit des Spektrums von Temperatur und Dichte

ist durch diesen Satz vollkommen festgestellt. Man erhält durch die Gleichungen

$$\theta^4 = D\lambda\mu^{-5} \quad \text{und} \quad S = S_0 F\left(\frac{D^{\frac{1}{4}}}{K}(\lambda\mu)^{\frac{1}{4}}\right)$$

aus dem Spektrum des Körpers dessen Zustand und die Umkehrung dieser Gleichungen löst die umgekehrte Aufgabe.

Die Umkehrung der zweiten Parametergleichung liefert das folgende Resultat. Setzt man Kürze halber

$$\left(\frac{S}{S_0}\right)^{1{\cdot}461\,5774} = \sigma,$$

so erhält man

$$\begin{aligned} x = \sigma \{ & 1 - 0{,}025\,4917\,\sigma^2 - 0{,}028\,7321\,\sigma^4 + 0{,}000\,3204\,\sigma^6 - \\ & - 0{,}002\,1670\,\sigma^8 + 0{,}000\,0819\,\sigma^{10} - 0{,}000\,4466\,\sigma^{12} + \\ & + 0{,}000\,0391\,\sigma^{14} - 0{,}000\,1667\,\sigma^{16} + 0{,}000\,0280\,\sigma^{18} - \\ & - 0{,}000\,0726\,\sigma^{20} + 0{,}000\,0023\,\sigma^{22} - 0{,}000\,0320\,\sigma^{24} - \\ & - 0{,}000\,0107\,\sigma^{28} - \cdots \}, \end{aligned}$$

oder die Cœfficienten in gewöhnlichen Logarithmen angesetzt:

$$\begin{aligned} x = \sigma \{ & 1 - [8{,}40\,640]\,\sigma^2 - [8{,}45\,837]\,\sigma^4 + [6{,}50\,567]\,\sigma^6 - \\ & - [7{,}33\,586]\,\sigma^8 + [5{,}91\,328]\,\sigma^{10} - [6{,}64\,992]\,\sigma^{12} + \\ & + [5{,}59\,218]\,\sigma^{14} - [6{,}22\,194]\,\sigma^{16} + [5{,}44\,716]\,\sigma^{18} - \\ & - [5{,}86\,094]\,\sigma^{20} + [4{,}36\,17\,\,]\,\sigma^{22} - [5{,}50\,515]\,\sigma^{24} - \\ & - [5{,}02\,938]\,\sigma^{28} + \cdots \}. \end{aligned}$$

Die Bedeutung von S_0 ist unschwer zu erkennen. Setzt man nämlich $x = 1$, das heisst, bringt man den Körper in einen Zustand, in dem er bis auf unendlich Kleines das Spektrum des absolut schwarzen Körpers giebt, dann wird

$$\log. S = \log. S_0 + 0{\cdot}0225 \ldots$$

in welchem jetzt S die Entropie des absolut schwarzen Körpers bedeutet. Ist diese Σ, so hat man

$$\log. S_0 = \log. \Sigma - 0{\cdot}0225 \ldots$$

Dies liefert den für die Folge wichtigen Satz, dass S_0 sowie die Constante der ersten Parametergleichung eine reine Zahl ist.

die Constante der zweiten Gleichung eine von Stoffbeschaffenheiten unabhängige Temperaturfunction darstellt.

In der That ist die Zustandsbestimmung auch jetzt nur für Gase möglich, insofern die Entropie als Function der Temperatur und der Dichte noch nicht für beliebige Körper hingeschrieben werden kann.

Betrachtet man nun die abgeleiteten Ausdrücke, so ergiebt sich vor Allem, dass wachsendem x auch wachsende Entropie entspricht. Unter sonst gleichen Umständen wächst also $\frac{\mu}{m}$ zugleich mit der Temperatur. Da aber einzeln sowohl μ als m bei Zunahme der Temperatur abnimmt, so muss m in viel höherem Maasse abnehmen, als μ. Daher kommt es, dass das Intensitätsmaximum der natürlichen Lichtquellen vielleicht ausnahmslos in das sichtbare Spektrum hineinfällt, während das des absolut schwarzen Körpers in den meisten Fällen ausserhalb desselben zu stehen kommt. Das lässt zweifelsohne auf allmälige Gewöhnung des Auges schliessen; ohne diese Annahme wäre die betonte Gesetzmässigkeit unverständliches Spiel blinden Zufalls.

Die gefundenen Gleichungen mögen sogleich zur Dichtebestimmung der Chromosphære herangezogen werden, unter der Voraussetzung, dass der Stoff dieser Hülle aus atmosphærischer Luft besteht. Dann genügen die früher erwähnten Messungen von Vogel und Müller. Für die Luft berechnet sich nach Müller $\mu = 0{\cdot}504$, für die Chromosphære nach Vogel $\mu = 0{\cdot}536$, während die entsprechenden m Werthe 6·960 und 1·163 waren. Schon diese Daten zeigen, um wieviel rascher bei wachsender Temperatur m abnimmt als μ.

Nimmt man als Temperatur der unteren Luftschichten in runder Zahl wieder $\theta = 300^0$ abs. Skale an, so ist das Volumen eines Kilogramms Luft 0·850 m³. Für $k-1 = 0{,}41$ wird hiemit

$$S = \log.(\theta v^{k-1}) = 2{\cdot}4481, \quad \text{und} \quad \log. S = 0{\cdot}3889.$$

Diesem Entropiewerthe entspricht $x = \frac{0{\cdot}504}{6{\cdot}960} = 0{\cdot}0724$ und daher ergiebt unser Integral

$$\log. 0{\cdot}3889 = \log. S_0 - 0{\cdot}7802,$$

woraus

$$\log. S_0 = 1{\cdot}1691$$

folgt. Für die Atmosphære ist ähnlich $x = 0{\cdot}4609$ und daher deren Entropie

$$\log. S = 0{\cdot}9410, \quad S = \log. \theta + (k-1) \log. v = 8{\cdot}7300.$$

Da die absolute Temperatur dieser Hülle schon früher zu 1800° gefunden wurde, so beträgt deren Volum per Kilogramm $2{,}25.10^{13}$ m³, oder die Dichte ist $3{,}77.10^{-10}$ der Luftdichte an der Erdoberfläche. Der Druck in den mittleren Schichten der Chromosphære betrüge $2{,}259.10^{-13}$ Atmosphæren.

Diese Zahlen, deren Umrechnung auf Hydrogen wegen Unkenntniss dessen x Werthes unthunlich ist, erklären zur Genüge, dass die FRAUNHOFER'schen Linien so ungemein scharf begrenzt sind und keine Spur des Druckes aufweisen. Sie erhärten auch jene Folgerungen, welche P. J. FÉNYI aus seinen Protuberanzbeobachtungen zieht, wonach sich die Ausbrüche der Sonne in sozusagen absolut leerem Raume abspielen.

Zum Schlusse möge noch bemerkt werden, dass der Bedeutung von x zufolge auch

$$\frac{A}{H} = \frac{\nu^3}{m^3} = x^3$$

geschrieben werden kann, und dann stellt die zweite Parametergleichung in der Form

$$A = H\sigma^3 (1 - 0{\cdot}025\,4917\,\sigma^2 - \cdots)^3,$$

sogleich eine Ausstrahlungsformel dar, welche bedeutend bessere Resultate zu geben scheint, als die STEFAN'sche Formel. Diese giebt nämlich in einer Discussion einer von DRAPER angestellten Messungsreihe (STEFAN: Ueber die Beziehung zwischen der Wärmestrahlung und der Temperatur; Sitzber. d. k. Akad. d. Wiss. Wien, LXXIX. Bd. II. Abth. 1879) die Fehlerquadratsumme 0·3741, während das erste Glied der neuen Formel diese auf 0·1992 herabdrückt. Die Uebereinstimmung würde eine noch bessere sein, wenn man Mittel hätte auch die Volumänderungen des strahlenden Körpers in Betracht zu ziehen.

Die interessanten Folgerungen der beiden Parametergleichungen für die Astrophysik, die eine ganz neue Methode der Parallaxenbestimmung, der Herleitung der wahren Grösse und Masse der Himmelskörper — selbst planetarischer Nebelflecke — gestatten, muss einer weiteren Abhandlung vorbehalten bleiben.

Jedenfalls ist aber durch die vorstehenden Resultate die Grundlage der theoretischen Astrophysik hergestellt, und die Untersuchungen Zöllner's, Betti's und besonders Ritter's über die Physik gasförmiger Himmelskörper werden mit den Beobachtungen direkt vergleichbar und sind Wegweiser weiterer wichtiger Forschungen geworden. Ganz abgesehen von der Reihenform der zweiten Parametergleichung hatte ich schon Gelegenheit zu bemerken, dass trotz der Einfachheit der Grundprincipien die in der Astrophysik auftretenden Rechnungen genau so verwickelt sein werden, als jene Methoden, deren sich die Astronomie bedient.

Sollten die abgeleiteten Resultate in einem oder dem andern Punkte auch Abänderungen erleiden, soviel glaube ich erreicht zu haben, dass der zur theoretischen Astrophysik hinführende Gedankengang unverkennbar vorgezeichnet ist.

ÜBER MEHRFACHE POLARRECIPROCITÄTEN IN DER EBENE.

Von Dr. JULIUS VÁLYI,

Professor an der Universität zu Klausenburg, corr. Mitgl. d. Akademie.

Vorgelegt der III. Cl. der ungar. Akademie am 17. Oktober 1898.

Aus «Mathematikai és Természettudományi Értesitő» (Math. und Naturwiss. Berichte) Band XV. pp. 399—406.

Wir suchen solche Punkte

$$A_k \qquad (k=0, 1, 2, \ldots, r-1)$$

und Geraden

$$a_k \qquad (k=0, 1, 2, \ldots, r-1)$$

in der Ebene auf, welche gleichzeitig durch die beiden Polarreciprocitäten

$$\begin{pmatrix} A_k \\ a_k \end{pmatrix} \quad \text{und} \quad \begin{pmatrix} A_k \\ a_{k+1} \end{pmatrix}$$

verbunden werden, wo die Indices mod. r zu nehmen sind.

Zwei Fälle sind zu unterscheiden, je nachdem die beiden Polarreciprocitäten ein gemeinsames Poldreieck haben oder nicht.

Der erste Fall ist wichtiger. Der dazu gehörige interessanteste Fall führt zum Satze:

ein reguläres r-Eck, und ein damit concentrisches reguläres r-Seit sind r-fach polarreciprok. Die Grundkegelschnitte dieser Reciprocitäten sind concentrische und congruente gleichseitige Hyperbeln.

Der allgemeine Fall ist eine Projection dieses speciellen Falles.

I.

Wenn die beiden Polarreciprocitäten ein gemeinsames Poldreieck haben, wählen wir dasselbe zum Grunde des Coordinatensystems. Wenn beide Reciprocitäten reell sind, so hat dieses Dreieck wenigstens einen reellen Eckpunkt, wenn die Grundkegelschnitte auch beide imaginär wären. Wenn nur ein einziger Eckpunkt reell wäre, wählen wir diesen zum Grundpunkte (0, 0, 1).

Bei einem passend gewählten Einheitspunkt sind die Gleichungen der Grundkegelschnitte

$$x^2+y^2+z^2=0$$
$$\lambda x^2+\mu y^2+z^2=0.$$

Es seien die Coordinaten von

$$A_k,\quad x_k,\quad y_k,\quad 1$$

die Coordinaten von

$$a_k,\quad u_k,\quad v_k,\quad 1.$$

Durch diese Form der Coordinaten haben wir den Fall ausgeschlossen, wo die dritte Coordinate eines Punktes oder einer Geraden Null ist. Wir setzen sogar vorläufig voraus, dass keine der Coordinaten Null ist.

Die beiden Polarreciprocitäten werden durch die Gleichungen:

$$\begin{aligned} u_k &= x_k & v_k &= y_k \\ u_{k+1} &= \lambda x_k & v_{k+1} &= \mu y_k \end{aligned} \qquad 1)$$
$$(k=0, 1, 2, \ldots, r-1)$$

ausgedrückt.

Hieraus

$$x_{k+1}=\lambda x_k \qquad y_{k+1}=\mu y_k$$
$$(k=0, 1, 2, \ldots, r-1)$$

Durch Multiplikation der k ersten Gleichungen ist

$$x_k=\lambda^k x_0 \qquad y_k=\mu^k y_0,$$

und durch Multiplikation der sämmtlichen r Gleichungen

$$\lambda^r=1 \qquad \mu^r=1,$$

also sind λ und μ r-te Einheitswurzeln. Es sei ε eine primitive Einheitswurzel und

$$\lambda = \varepsilon^{\xi} \qquad \mu = \varepsilon^{\eta}$$

wo ξ, η ganze Zahlen sind. Dann sind die Coordinaten:

$$x_k = \varepsilon^{k\xi} . x_0 = u_k$$
$$y_k = \varepsilon^{k\eta} . y_0 = v_k$$
$$(k=0, 1, 2, \ldots, r-1)$$

Die Punkte und Geraden sind verschieden, wenn die Za ξ, η, r keinen gemeinsamen Theiler haben.

Aus den Gleichungen 2) sieht man, dass die Punkte A_k die Geraden a_k ausser den vorausgesetzten beiden Polarrecip täten auch noch durch die Polarreciprocitäten

$$\begin{pmatrix} A_k \\ a_{k+h} \end{pmatrix} \quad (h=2, 3, \ldots, r-1)$$

verbunden werden. Die Polarreciprocität ist also r-fach. Grundkegelschnitte sind:

$$\varepsilon^{h\xi}x^2 + \varepsilon^{h\eta}y^2 + z^2 = 0$$
$$(h=0, 1, 2, \ldots, r-1)$$

Aus den Gleichungen 2) ist es auch ersichtlich, dass die jectionen der Punkte A_k aus den Grundpunkten (1, 0, 0) (0, 1, 0) auf die gegenüberliegenden Grundgeraden je einer in linearer Punktreihe * bilden, deren Grundpunkte in die Gr punkte des Coordinatensystems fallen. Weil die Grundp einer reellen r-ade imaginär sind, können die Punkte A_k nur sämmtlich reell sein, wenn zwei Eckpunkte des gemeinsamen dreiecks [die Punkte (1, 0, 0) und (0, 1, 0)] conjugiert complex

Ein Coordinatensystem mit solchen Grundpunkten immer so eingerichtet werden, dass die beiden ersten Coordi irgend eines reellen Punktes conjugiert complex und die Coordinate reell sei. Die Punkte A_k sind also sämmtlich

---

* Über die mehrfachen Involutionen. (Im XIII. Bande dies richte. Seite 244.)

wenn x_0, y_0 conjugiert complex und

$$\eta = -\xi.$$

ist.

Die Zahlen ξ, η, r hatten keinen gemeinsamen Theiler, in diesem Falle ist also ξ relativ prim zu r, folglich ist ε^ξ selbst eine primitive r-te Einheitswurzel. Bezeichnen wir dieselbe mit ε. Dann sind die Coordinaten

$$\begin{aligned} x_k &= \varepsilon^k \; x_0 = u_k \\ y_k &= \varepsilon^{-k} y_0 = v_k \,, \end{aligned} \qquad (k=0, 1, \ldots, r-1) \qquad 4)$$

aus diesen folgt:

$$x_k \cdot y_k = x_0 y_0 \,, \qquad (h=0, 1, 2, \ldots, r-1)$$

die Punkte A_k bilden also eine r-ade auf einem Kegelschnitte,* deren Grundpunkte (1, 0, 0) und (0, 1, 0) sind.

Die Grundkegelschnitte der Polarreciprocitäten sind:

$$\varepsilon^h x^2 + \varepsilon^{-h} y^2 + z^2 = 0 \qquad (h=0, 1, 2, \ldots, r-1) \qquad 5)$$

für alle diese sind die Punkte (1, 0, 0) und (0, 1, 0) conjugiert.

Derjenige Fall ist der interessanteste, wo die Punkte (1, 0, 0) und (0, 1, 0) in die unendlich fernen imaginären Kreispunkte der Ebene fallen. Dann bilden die Punkte A_k ein reguläres r-Eck, und die Geraden a_k ein damit concentrisches reguläres r-Seit. Die Grundkegelschnitte der Polarreciprocitäten sind gleichseitige Hyperbeln, weil für sie die unendlich fernen Kreispunkte conjugiert sind.

Aus der Gleichung 5 ist es auch ersichtlich, dass diese Hyperbeln aus einer derselben durch Drehung um das Centrum mit den Winkeln $\frac{h\pi}{r}$ $(h = 1, 2, \ldots r-1)$ entstehen.

Auf ein gewöhnliches rechtwinkliges Coordinatensystem führt uns die Transformation

* Über die mehrfachen Involutionen. (Berichte. Band XIII. Seite 254).

$$x = X + yi$$
$$y = X - yi$$
$$z = 1$$

Es ist zu bemerken, dass die Reciprocität mit der gleichs tigen Hyperbel

$$X^2 - Y^2 - \rho^2 = 0$$

als Grundkegelschnitt, ein auf die x-Achse bezügliches Spieg bild derjenigen Polarreciprocität ist, welche durch den Kreis

$$X^2 + Y^2 - \rho^2 = 0$$

erzeugt wird.

Hiernach ist leicht zu beweisen, dass ein reguläres r-E und ein reguläres r-Seit mit denselben Centrum (C) r-fach pol reciprok sind.

Denn wählen wir einen solchen Kreis mit dem Centru C und mit dem Radius ρ, für welchen das polarreciproke d gegebenen regulären r-Ecks mit den gegebenen regulären r-S congruent sei. Wählen wir jetzt ein rechtwinkliges Coordinate system mit dem Anfangspunkte C, so, dass unter den beiden reg lären r-Seiten das eine das auf die x-Achse bezügliche Spiegelbi des anderen sei.

Dann sind die gleichseitigen Hyperbeln, welche aus d Hyperbel

$$X^2 - Y^2 - \rho^2 = 0$$

durch Drehung um den Punkt C mit den Winkeln

$$\frac{h\pi}{r} \quad (h = 0, 1, 2, \ldots, r-1)$$

entstehen, die Grundkegelschnitte derjenigen Polarreciprocität welche das gegebene reguläre r-Eck mit dem gegebenen regulär r-Seit verbinden.

Man sieht auch leicht, dass im Falle, wo die Gerade welche die Punkte A_k mit dem Punkte C verbinden, auf die Ger den a_k senkrecht stehen, bei einem ungeraden r noch ei auf einen reellen oder imaginären Kreis bezügliche Polarrecipr

cität auftritt. Wenn r gerade ist, so entstehen noch zwei Polarreciprocitäten, deren eine sich auf einen reellen, die andere auf einen imaginären Kreis bezieht.

*

Bisher haben wir vorausgesetzt, dass die sämmtlichen Coordinaten der Punkte und Geraden von Null verschieden seien. Wenn eine der Coordinaten (z. B. eine erste Coordinate) Null ist, dann müssen nach der ersten Gruppe der Gleichungen 1 die sämmtlichen ersten Coordinaten verschwinden. Die zweite Gruppe der Gleichungen 1 zeigt, dass die Punkte A_k eine r-ade in einer linearen Punktreihe, die Geraden a_k eine r-ade in einem Strahlenbüschel bilden. Die Reciprocität unter ihnen ist auch jetzt r-fach.

II.

Zwei Polarreciprocitäten haben dann kein gemeinsames Poldreieck, wenn ihre Grundkegelschnitte sich in einem Punkte berühren.

Wenn die Berührung von erster Ordnung ist, so sind die Gleichungen dieser Kegelschnitte bei einem passend gewählten Coordinatensystem

$$x^2+2yz+z^2=0$$
$$\lambda x^2+2yz+\lambda z^2=0.$$

Der Berührungspunkt ist (0, 1, 1), die dazu gehörige gemeinsame Tangente (0, 0, 1).

Es seien die Coordinaten von

$$A_k \quad x_k \quad y_k \quad 1$$

die Coordinaten von

$$a_k \quad u_k \quad 1 \quad w_k .$$

Die beiden Polarreciprocitäten sind ausgedrückt durch die Gleichungen

$$\begin{aligned} u_k &= x_k & w_k &= y_k+1 \\ u_{k+1} &= \lambda x_k & w_{k+1} &= y_k+\lambda \end{aligned} \qquad (k=0, 1, 2, \ldots, r-1) \qquad 6)$$

Aus der zweiten Gruppe folgt:

$$\lambda - 1 = y_{k+1} - y_k \qquad (k=0, 1, 2, \ldots, r-1)$$

und durch Addition dieser Gleichungen:

$$r(\lambda - 1) = 0,$$

was unmöglich ist, denn wenn $\lambda = 1$ wäre, müssten die beiden Polarreciprocitäten identisch sein.

Es ist also unmöglich, dass die dritte Coordinate jedes Punktes, und die zweite Coordinate jeder Geraden von Null verschieden sei, wie es nach der oben gewählten Form der Coordinaten vorausgesetzt wurde.

Es folgt aber aus den beiden vorausgesetzten Polarreciprocitäten, dass wenn eine dieser Coordinaten verschwindet, auch die übrigen verschwinden.

Es seien also jetzt die Coordinaten von

$$A_k, \quad x_k, \quad 1, \quad 0$$

die Coordinaten von

$$a_k, \quad u_k, \quad 0, \quad 1.$$

Die beiden Polarreciprocitätien sind ausgedrückt durch

$$\begin{aligned} u_k &= x_k \\ u_{k+1} &= \lambda x_k, \end{aligned} \qquad (k=0, 1, 2, \ldots, r-1)$$

Aus diesen

$$x_k = \lambda^k x_0 = u_k, \qquad (k=0, 1, 2, \ldots, r-1)$$

wo λ eine r-te Einheitswurzel ist.

Also bilden die Punkte A_k eine r-ade auf der Geraden (0, 0, 1), und die Geraden a_k eine r-ade um den Punkt (0, 1, 0), Die Polarreciprocität unter ihnen ist r-fach. Wenn die Berührung der Grundkegelschnitte von höherer Ordnung ist, so sind ihre Gleichungen bei einem passend gewählten Coordinatensystem

$$x^2 + 2yz = 0$$
$$x^2 + 2yz + 2\lambda xz + \mu z^2 = 0.$$

Der Berührungspunkt ist (0, 1, 0), die dazu gehörige gemeinsame Tangente (0, 0, 1). Die Berührung ist von zweiter Ordnung, wenn λ nicht gleich Null ist, von dritter Ordnung, wenn $\lambda = 0$ ist.

Es seien wieder die Coordinaten von

$$A_k, \quad x_k, \quad y_k, \quad 1$$

die Coordinaten von

$$a_k, \quad u_k, \quad 1, \quad w_k.$$

Die beiden Polarreciprocitäten sind ausgedrückt durch

$$\begin{aligned} u_k &= x_k & w_k &= y_k \\ u_{k+1} &= x_k + \lambda & w_{k+1} &= y_k + \lambda x_k + \mu. \end{aligned}$$
$$(k=0, 1, 2, \ldots, r-1)$$

Hieraus

$$x_{k+1} - x_k = \lambda \qquad y_{k+1} - y_k = \lambda x_k + \mu$$
$$(k=0, 1, 2, \ldots, r-1)$$

Wenn man beide Gruppen einzeln addiert

$$r\lambda = 0 \qquad \lambda \Sigma x_k + r\mu = 0$$

woraus $\lambda = \mu = 0$, also sind die beiden Polarreciprocitäten identisch.

Aus den beiden vorausgesetzten Polarreciprocitäten folgt wieder, dass die dritte Coordinate der Punkte A_k und die zweite Coordinate der Geraden a_k verschwindet.

Es seien also jetzt die Coordinaten von

$$A_k, \quad x_k, \quad 1, \quad 0$$

die Coordinaten von

$$a_k, \quad u_k, \quad 0, \quad 1.$$

Die beiden Polarreciprocitäten sind ausgedrückt durch

$$u_k = x_k$$
$$(1 + \lambda x_k) u_{k+1} = x_k$$
$$(k=0, 1, 2, \ldots, r-1)$$

hieraus

$$(1 + \lambda x_k) x_{k+1} = x_k \qquad 7)$$
$$(k=0, 1, 2, \ldots, r-1)$$

Hieraus sieht man, dass die Grössen x sämmtlich verschwinden, wenn auch nur eins unter ihnen verschwindet.

Wenn λ nicht Null ist, so gibt es keine andere Lösung. Denn wenn die sämmtlichen x von Null verschieden sind, so folgt aus der Gleichung 7.

$$\lambda = x_{k+1}^{-1} - x_k^{-1} \qquad (k=0, 1, \ldots, r-1)$$

und durch Addition derselben:

$$r\lambda = 0$$

Und wenn $\lambda = 0$, zeigen die Gleichungen 7, dass die Punkte A_k in einen Punkt der Geraden (0, 0, 1) und die Geraden a_k in eine Gerade des Punktes (0, 1, 0) zusammenfallen.

Eine eigentliche mehrfache Polarreciprocität ist also bei in höherer Ordnung sich berührenden Kegelschnitten unmöglich.

3.

DIE JÜNGEREN TERTIÄRBILDUNGEN DES SIEBENBÜRGISCHEN BECKENS.

Vom ord. Mitgl. der ungar. Akad. ANTON KOCH.

Gelesen in der Sitzung d. ung. Akademie der Wiss. vom 14. Nov. 1898.

Aus «Mathematikai és Természettudományi Értesítő» (Math. und Naturw. Anzeiger) Band XVI, pp. 421—436.

Im Jahre 1879 erhielt ich von der math. naturwiss. Commission d. ung. Akademie d. Wissensch. den Auftrag, ein ausführliches Werk unter dem Titel «Studien über die Tertiärbildungen Siebenbürgens» zu schreiben. Nach langjährigen, eingehenden Vorarbeiten erschien der erste Theil meiner Arbeit «Die Tertiärbildungen des Beckens der siebenbürgischen Landestheile. I. Theil. Palæogene Abtheilung» im X. Bande des Jahrbuches der kgl. ung. geologischen Anstalt, mit Unterstützung der ung. Akademie, in ungarischer und deutscher Sprache.

Indem ich nun den zweiten Theil dieser meiner Arbeit vorlege, beehre ich mich den Inhalt derselben in seinen Hauptzügen bekannt zu geben. Der Titel dieser Arbeit ist: «Die Tertiärbildungen des Beckens der siebenbürgischen Landestheile. II. Neogene Abtheilung.» Beigegeben sind dem Werke drei Tafeln mit geologischen Durchschnitten, eine Karte, und 50 Textabbildungen.

Die Arbeit beginnt mit einer kurzen Einleitung, in welcher ich die neuere Eintheilung der jüngeren Tertiärbildungen des siebenbürgischen Beckens motivierend mittheile. Diese lautet wie folgt.

Der im Jahre 1894 erschienene erste Theil (Palæogene Abtheilung) dieses Werkes war schon gedruckt, als die wichtige Ab-

handlung * von Theod. Fuchs «Tertiärfossilien aus den kohlenführenden Miocæn-Ablagerungen der Umgebung von Krapina und Radoboj und über die Stellung der sogenannten «Aquitanische Stufe» ebenda erschien und in meine Hände gelangte. In dieser Abhandlung hatte dieser gründliche Kenner der Tertiärbildungen nach eingehender und kritischer Untersuchung neuerer und schon bekannter älteren Daten überzeugend nachgewiesen, dass die durch Ch. Mayer eingeführte «Aquitanische Stufe» keineswegs æquivalent mit der deutschen ober-oligocænen Stufe sei, für deren Typus man den Casseler Sand betrachten kann, und dass über diesen Punkt unter den Geologen bisher eine grosse Unklarheit herrschte. Die Bezeichnung «Aquitanische Stufe» wurde von Ch. Mayer auf jene Schichten des Beckens von Bordeaux angewandt, welche zwischen dem Asterienkalke im Liegenden und den Faluns von Saucats und Leognan im Hangenden eingeschaltet sind. Die Fauna dieser Schichten enthält nur 4 % solcher Formen, welche als entschieden oligocæne betrachtet werden können; sie enthält jedoch viele solche Arten, welche auch aus unzweifelhaft oligocænen Schichten bekannt sind. Nach ihrer Fauna sind also die aquitanischen Schichten von Bordeaux miocæne, und zwar die tiefsten miocænen Bildungen.

Dagegen ist in dem Sande von Cassel und in den damit gleichaltrigen ober-oligocænen Schichten die Zahl der miocænen Arten gegen die wirklich oligocænen ganz verschwindend klein und somit kann die Grenze dieser Schichten gegen das Miocæn entschieden und scharf gezogen werden. Fuchs empfahl daher, um Missverständnissen in Zukunft möglichst vorzubeugen, für das Oberoligocæn eine eigene Bezeichnung und schlug den Namen «chattische Stufe» vor.

Fuchs weist in Folge des Gesagten nach, dass die tiefsten, sogenannten Horner-Schichten (Sch. von Molt und Loibersdorf) des Wiener Beckens, die kohlenführenden Schichten der Gegend von Krapina und Radoboj, auf siebenbürgischem Gebiet die Zsilythaler und Koroder Schichten, so wie auch die von mir benannten kohlenführenden «Schichten von Puszta-Szent-Mihály», der unter-

* Jahrbuch der kgl. ung. geologischen Anstalt. X. B. 5 H. Budapest, 1894.

miocænen aquitanischen Stufe angehören; dagegen die ungarischen Pectunculus obovatus-Sande, so wie auch die von Dr. K. HOFMANN in nordwestl. Siebenbürgen nachgewiesenen versteinerungsführenden Sandsteine und Thonmergel ohne Zweifel Vertreter der oberoligocænen chattischen Stufe sind.

Indem ich die Richtigkeit der Gründe Th. Fuchs' anerkenne, muss ich nun erklären, dass ich seine Feststellung bezüglich der erwähnten und von mir grösstentheils bereits im I. Theile meines Werkes abgehandelten siebenbürgischen Schichten bereitwillig acceptiere. Schon damals erkannte ich, und das habe ich in meiner dort mitgetheilten Tabelle über die Eintheilung der siebenbürgischen Tertiärschichten auch zum Ausdruck gebracht, dass die «Schichten von Puszta-Szent-Mihály und Sch. v. Magyar-Nagy-Zsombor» ihren Faunulen nach, mit den Zsilythaler Schichten æquivalent seien; nicht zugleich aber die daselbst ebenfalls in die aquitanische Stufe gestellten Fellegvárer und Forgácskuter Schichten», indem ich diese mit den, im nördlichen Theile Siebenbürgens entwickelten, zweifellos oligocænen Meeresablagerungen gleichgestellt habe. Über die gewöhnlichste Form ihrer Faunulen, die Cyrena, habe ich ebenfalls bemerkt, dass diese in Betracht ihrer grossen Gestalt und der Abrundung des Rückenkiels, von dèr Cyr. semistriata Desh. der oligocænen Schichten entschieden abweicht; ich habe jedoch nur die in den Schichten von P.-Szt.-Mihály vorkommende Art mit Cyr. Brongniarti BAST., dieser Leitmuschel des südfranzösischen Aquitanien und mit der Zsilythaler Cyr. gigas HOFMANN identificiert, während ich Zweifel hegte, ob auch die in den Schichten von M.-N.-Zsombor vorkommende Form hieher bezogen werden könne. Jetzt muss ich zugeben, dass auch die Cyrena der Schichten von M.-N.-Zsombor in den Formkreis der Brongniarti gehört und da die Bestimmung der damit noch aufgezählten Arten (Natica crassatina? Psammobia aquitanica MAY. aff.) unsicher ist, besteht auch bezüglich der Fauna kein zwingender Grund, dass man die Schichten von M.-N.-Zsombor in die deutsche ober-oligocæne Stufe verlegen müsse.

Nachdem also auch das Aquitanien noch in das unterste Miocæn gehört, ist es evident, dass man dasselbe in die, im weiteren Sinne gefasste «untere oder I. mediterrane Stufe» Suess' ein-

verleiben muss. Da ich jedoch bloss die Schichten von P.-Szt.-Mihály und von M.-N.-Zsombor für Aquitanien nehme, so muss man auch für die darüber lagernden Schichten von Korod und von Hidalmás einen gemeinsamen Sammelnamen annehmen. Ich will dafür auf Anrathen des Herrn TH. FUCHS das durch CH. DEPÉRET * in Vorschlag gebrachte «Burdigalien» gebrauchen.

Für die neogene Abtheilung unserer Tertiärschichten wird also die Eintheilung, entgegen der im I. Theile des Werkes gegebenen, folgendermaassen modificiert angenommen:

---

* CH. DEPÉRET. Sur la classification et les parallelismes du système miocène. Bull. Soc. géol. de France 3-e Ser. T. XX. CXLV.

Abtheilung	Serie	Stufe	Schichten und deren Facies-Ausbildungen	Buchstaben-Zeichen	Eruptiv-Gesteine	Buchstaben-Zeichen
Neogen	Pliocaen	Levanteische-	Paludina-	P_2	Basalt und Pyr. Andesit	β. u. α.
		Pontische-	Congerien-	P_1	Pyroxen- u. Amphibol-andesite	α.
	Miocaen	Sarmatische-	Feleker od. Cerithium-	$M_{III.}$		
		Obere- oder zweite (II) Mediterran-	*a)* Littorale u. Flachsee-Bildungen: Leythakalk, Conglomerat, Sandstein, Sand und Tegel mit vielen Versteinerungen. *b)* Tiefsee-Bildungen: Mezőséger Sch. oder Salzformation, mit spärlichen Petrefacten.	M_{II_2} / M_{II_1}	Quarz-andesit oder Dacit	δ.
		Untere oder I. Mediterran: Burdigalien-	Sch. v. Hidalmás	M_{I_4}	—	—
		—	« « Korod	M_{I_3}		
		Aquitanien	« « P.-Szt-Mih. (Zsilythaler Sch.)	M_{I_2}		
			« « M.-N.-Zsomb. (Zsilythaler Sch.)	M_{I_1}		
Paleogen	Oligocaen	Chattische St.	*Am Westrande des Beckens:* Brackische od. Süsswasser-Facies. *Am Nordrande des Beckens:* Littorale und Tiefsee-Facies u. s. w.	$O_{I-II.}$	—	—

Hierauf folgt der Ausweis der auf die siebenbürgischen obertertiären Ablagerungen bezüglichen Litteratur, welche im Ganzen 233 Nummern in sich fasst, sowohl in kürzeren-längeren Mittheilungen, als auch in selbstständigen Werken. Diese Litteratur habe

ich, ausser meinen eigenen Beobachtungen, in meinem Werke aufgearbeitet.

Es folgt dann die eingehende Beschreibung der siebenbürgischen ober-tertiären Bildungen, nach der am Ende der Einleitung gegebenen Eintheilung, angefangen mit den sedimentären Bildungen. Indem ich die in das Aquitanien zu zählende Schichten von P.-Szt.-Mihály und M.-N.-Zsombor bereits im I. Theile meines Werkes abgehandelt habe, beginne ich die Beschreibung im II. Theile sogleich mit den unter-mediterranen Koroder Schichten. Es werden zuerst die Ausbildungweisen und Verbreitungsverhältnisse der einzelnen Schichtencomplexe ausführlich beschrieben, worauf die vollständigen Listen ihrer bisher bekannten Faunen folgen. Nach meinen Zusammenstellungen sind bisher von verschiedenen organischen Resten nachgewiesen:

in den Schichten von Korod	81	Formen
« « « « Hidalmás	228	«
« « Mezőséger Schichten	116	«
« « thonig-sandigen Schichten der littoralen Facies der ober-mediterr. Stufe	1543	«
im Leythakalk und in den entsprechenden Schichten	172	«
in den sarmatischen Schichten	147	«
« « pontischen Schichten	47	«
« « levantischen Schichten	168	«
im Ganzen also	2502	Formen

verschiedener organischer Reste.

Im II. Haupttheile dieser Arbeit werden die eruptiven Gesteine des Beckens in leicht übersichtlicher Zusammenfassung abgehandelt und zwar in folgenden drei Unterabtheilungen: *a)* Typen und Hauptvarietäten der Tertiär-Erruptivgesteine in petrographischer Hinsicht; *b)* tektonische Verhältnisse derselben, mit Folgerungen auf die Art der Thätigkeit der einstigen Vulkane, *c)* das geologische Alter der eruptiven Gesteine.

Das geologische Alter, nämlich den Zeitpunkt der Eruptionen der im siebenbürgischen Becken auftretenden Gesteinsfamilien konnte ich folgenderweise fixieren. Am ältesten sind die Gesteine der Liparit-Familie, welche am Beginne des mitteloligocænen Zeitalters an die Oberfläche gelangten (wenigstens im nord-

westlichen Theile des Beckens). Das Alter der Trachyte (ohne Quarz) konnte zweifellos nicht nachgewiesen werden; es ist jedoch sehr wahrscheinlich, dass selbe der Eruption der Quarztrachyte sogleich nachfolgten, also beinahe ebenso alt sind. Die Eruption der Familie des Quarzandesites oder Dacites begann am Anfang des ober-mediterranen Zeitalters und dauerte mit öfteren Unterbrechungen bis Ende desselben, ja setzte sich im südlichen Theil des Erzgebirges auch noch im sarmatischen Zeitalter fort. Der quarzlose Biotitandesit folgte wahrscheinlich sogleich dem Dacite nach, und zwar bereits im sarmatischen Zeitalter. Der Ausbruch der Amphibol- und Pyroxenandesite ging an den verschiedenen Punkten des Beckenrandes nicht in derselben Zeit vor sich; denn während der Pyroxenandesit des Láposer Gebirges und des Czibles-Stockes wahrscheinlich im sarmatischen Zeitalter an die Oberfläche gelangte, fallen die mächtigsten Andesiteruptionen des Kelemenstockes und Hargitazuges schon in die pontische Zeit und reichen bis in die levantische Zeit hinein. Die Thätigkeit der kleinsten Basaltvulkane endlich, wenigstens gilt das für die Basalte am Altflusse sicher, fällt in die zweite Hälfte des levanteischen Zeitalters hinein.

Zum Schlusse versuche ich, auf Grund der bisher constatierten Thatsachen, den Entwickelungsprocess, das ist die Geschichte des siebenbürgischen Tertiärbeckens, wie folgt, zu skizzieren.

Das Mittelland Siebenbürgens bildet ein beinahe vollkommen umschlossenes, durch die Lagerungsverhältnisse gut ausgesprochenes Becken, in welchem eine ununterbrochene Reihe von Tertiärbildungen abgelagert ist. Die Ränder dieses, bl. 400 Quadratmeilen einnehmenden tertiären Beckens, werden mit wenig Unterbrechungen von, aus krystallinischen Schiefern oder mesozoischen Schichten aufgebauten Gebirgen gebildet, während von palæozoischen Schichten bloss Dyas und zweifelhaftes Devon in sehr untergeordneten Partien nachgewiesen sind.

Die Lagerung der Tertiärsedimente kann innerhalb des Beckens im Allgemeinen als regelmässig und einfach bezeichnet werden. Wir sehen dem ganzen westlichen und nördlichen Beckenrande entlang mit wenigen Ausnahmen, dass die älteren Tertiärschichten sich an das Randgebirge anlehnend, unter wenigen

(5—20 °) Graden, und nur an einigen Punkten auch mit steilerem Gefälle, gegen die Mitte des Beckens zu einfallen, in Folge dessen vom Rande aus gegen die Mitte zu rasch nacheinander jüngere und höhere Schichten folgen, und sehr bald alle unter die allgemeine Decke der jungtertiären Schichten hinuntertauchen, wie das auf der vorgezeigten geologischen Karte und den geol. Durchschnitten deutlich zu erkennen ist. Sichere Spuren bedeutenderer Schichtstörungen, Faltungen, Brüche und Verwerfungen finden wir im nordwestlichen Viertel des Beckens, den Randgebirgen entlang, und die Bruchlinien laufen dort, so wie auch die Faltenaxen mit dem Randgebirge oder der Streichungslinie der nächsten krystallinen Schieferinsel parallel.

In der südlichen Hälfte des siebenbürgischen Beckens, besonders an dessen östlichem und südlichem Rande, finden wir den grössten Theil der älteren Tertiärschichten niedergesunken und von jüngeren Tertiärschichten überdeckt. Hie und da taucht jedoch eine abgerissene Scholle der älteren Sedimente aus ihnen heraus, respektive sie blieb an der Oberfläche hängen. Als solche kennt man: das kleine eocäne Inselgebirge von Sárd-Borbánd, die Nummulitenkalkscholle von Portsesd, das oligocäne Conglomerat nebst Kalk von Talmatsch, nach Stur eine kleine Partie ähnlichen Conglomerates bei Reussmarkt, Nummuliten-führender Sandstein im Persányer Gebirge und vielleicht auch eine schmale Zone des eocänen Karpathensandsteines an der südöstlichen Grenze Siebenbürgens. Diese Verbreitung deutet darauf hin, dass die unter-tertiären Schichten am südlichen, südwestlichen und südöstlichen Rande des Beckens einerseits störenden Einflüssen mehr ausgesetzt waren, andererseits aber nach deren Ablagerung die nördliche Hälfte des Beckens sich allmälig erheben, die südliche aber vielleicht entsprechend senken musste.

Die unter-tertiären Schichten lagern am westlichen und südlichen Rande des Beckens discordant über meso- und palæozoische Schichten, oder auch unmittelbar auf den krystallinischen Schiefern; während sie, wie es scheint, in dem südöstlichen Karpathenzuge, in gleicher Ausbildung, wie die Kreidebildungen, also in der Facies von Karpathensandstein, in ununterbrochener Reihe und concordanter Lagerung über den Kreidebildungen folgen.

Daraus kann man ohne Zweifel folgern, dass die Erhebung einer zusammenhängenden Landesmasse gegen Ende der mesozoischen Periode nicht nur begonnen hat, sondern bereits vor der Tertiärperiode so weit vorgeschritten war, dass der Rand des zukünftigen Beckens in ununterbrochener Linie ausgebildet war; während am östlichen und nördlichen Rande blos einzelne kleinere oder grössere Inselmassen sich aus dem offenen Meere erheben durften, und war somit das später sich ganz schliessende siebenbürgische Becken am Anfange der Tertiärzeit noch eine gegen Norden und Osten bis zum grössten Theile offene Bucht.

L. v. Lóczy hatte schon im Jahre 1876 aus seinen Beobachtungen im Hegyes-Drócsa-Gebirge,* nach welchen die dort entwickelten Gosauschichten regelmässig und beinahe horizontal lagern, während die Schichten des Karpathensandsteines stark gefaltet sind, mit Recht darauf geschlossen, dass in diesem Grenzgebirge zwischen Ungarn und Siebenbürgen der gebirgserhebende Seitendruck sein Maximum noch vor der Ablagerung der Gosauschichten erlangt hatte. Diese Gebirgsbewegung fand aber in dieser Zeit nicht blos im Hegyes-Drócsa-Gebirge statt, sondern muss sich, aus der weiten Verbreitung ähnlich abgelagerter Gosauschichten im ganzen südlichen und westlichen Randgebirge Siebenbürgens geschlossen, in den sämmtlichen südlichen und westlichen Grenzgebirgen geäussert haben. Es musste daher in diesen Gegenden des siebenbürgischen Beckens damals, also gegen Ende der Kreideperiode, genauer vielleicht am Ende des Cenomanalters, jene allgemeine Oberflächengestaltung vor sich gehen, welche im Grossen und Ganzen die Form und Ausbreitung des späteren siebenbürgischen Tertiärbeckens bestimmt hatte. Auch im Senonalter dürfte sich die allmälige Hebung dieses Gebietes noch fortgesetzt haben, der dies bewirkende südöstliche Seitendruck jedoch war schon sehr in Abnahme begriffen.

Dass auch am Ende der Kreideperiode in der damaligen siebenbürgischen Seebucht irgend welche Sedimente zur Ablage-

* Jelentés a Hegyes-Drócsa hegységbe tett kirándulásairól (Bericht über seine Excursionen in das Hegyes-Drócsa-Gebirge). Földtani Közlöny, 1876, p. 106.

rung kamen, das ist natürlich sehr wahrscheinlich; da man aber sichere Spuren solcher Ablagerungen in dem Gebiete Siebenbürgens noch nicht kennt, muss man entweder voraussetzen, dass vor dem Beginne der Tertiärperiode das Gebiet der siebenbürgischen Bucht sich etwas gesenkt hat, oder aber, dass die obersten Kreideablagerungen innerhalb jenes, aus buntem Thon und Sandsteinbänken bestehenden mächtigen Schichtcomplexes, sich befinden, welcher im nordwestlichen Theile des siebenbürgischen Beckens die Reihe der Tertiärablagerungen beginnt. In Anbetracht dessen, dass die Überbleibsel der Gosauschichten, als kleinere oder grössere Schollen, meistens über dem Horizonte der Tertiärschichten verbreitet sind: halte ich es für wahrscheinlicher, dass man das oberste senone Glied des Kreidesystemes in dem tiefsten Horizonte der in das Untereocæn gestellten unteren bunten Thonschichten suchen müsse, was also auch einen allmälig langsamen, ungestörten Übergang aus der Kreideperiode in die Tertiärzeit voraussetzen lässt.

Der absolute Mangel an Versteinerungen der unteren bunten Thonschichten erlaubt uns den Schluss auf eigenthümliche bionomische Verhältnisse, welche entlang des westlichen Ufers der siebenbürgischen Bucht am Ende der Kreideperiode und am Anfang der Tertiärzeit bestehen mussten. Nebst dem Vorherrschen des Thonschlammes deutet die erhebliche Quantität des vom nahen Lande eingeführten gröberen sandigen und schotterigen Materiales auf eine turbulente Wirkung fliessender Gewässer, welche gegen die offene See zu die Herausbildung von mächtigen Nehrungen und hinter denselben von Lagunen und Seesümpfen verursacht haben dürfte. In diesen konnte die Ablagerung der theils brackischen, theils Süsswasser-Schichten vor sich gehen. Für diese Auffassung und Erklärung spricht ganz entschieden die Thatsache, dass vom Anfange des mitteleocænen Zeitalters ein Sediment aus wirklichen Süsswasser-Sümpfen, nämlich der Süsswasserkalk von Sibó-Róna, in dem obersten Horizonte des bunten Thones dazwischengelagert vorkommt, und diesem entsprechende kalkreiche Sandstein- oder sandige Kalkeinlagerungen beobachtet man auch am Rande des Gyaluer Hochgebirges. Die Verbreitung des Süsswasserkalkes im nordwestl. Theile des Beckens weist also

entschieden darauf hin, dass die nordwestliche Uferlinie der siebenbürgischen untereocænen Bucht am Anfange der Tertiärperiode noch immer in langsamer Erhebung begriffen war.

Dass in grösseren Tiefen dieser Bucht, vom Ufer gegen Osten zu entfernter, innerhalb dieses Zeitalters auch wirkliche Meeressedimente sich ablagern mussten, das ist ganz natürlich, und es ist auch recht wahrscheinlich, dass man innerhalb der Sandstein-Gebilde des südöstlichen Karpathenzuges die entsprechenden Tiefseebildungen suchen müsse.

Dem Alter der langsamen Erhebung folgte nun jenes einer Senkung und diese fiel in der siebenbürgischen Bucht bereits in das mitteleocæne Alter hinein. Den Süsswasserschichten folgte innerhalb der Uferregion die Ablagerung der rein marinen Perforata- und unteren Grobkalk-Schichten, und deren feinschlammige, mergelige oder kalkige Natur gibt davon Zeugniss, dass sich das vom nahen Lande her eingeführte Material gegen jenes aus dem Meere Ausgeschiedenen bedeutend vermindert hatte. Die reichen Faunen der erwähnten Schichten weisen auf eine littorale Ablagerung einer warmen Zone hin.

Zur selben Zeit mussten aber auch in der weiter gegen Osten zu sich ausbreitenden Seetiefe Meeresbildungen mit bedeutend abweichender Facies zur Ablagerung gelangen, obgleich wir die Anschliessung solcher an die Littoralsedimente nicht kennen, da solche unter der Decke der jüngeren Schichten des siebenbürgischen Beckens liegen müssen. Wahrscheinlich ist es, dass die Sandsteingebilde des südöstlichen Karpathenzuges auch die æquivalenten Tiefseeablagerungen der obengenannten Littoralsedimente in sich einschliessen.

Während des mitteleocænen Zeitalters trat aber in den nordwestlichen Uferregionen der siebenbürgischen Bucht wieder eine Änderung ein, vielleicht nicht eben gerade durch eine Hebung der Uferregion, als mehr durch eine, während langer Zeit allmälig erfolgten Aufschüttung und Ausfüllung der Littoralregion mit den erwähnten marinen Ablagerungen. Die vom Lande her zuströmenden Gewässer führten abermals reichliches und theilweise auch grobes Material in die seichte Littoralzone ein, und diese musste sich wieder durch Ablagerung von Nehrungen in ein

Lagunen- und Seesumpf-Gebiet verwandeln. Innerhalb dieser vollzog sich die Ablagerung der oberen bunten Thonschichten sammt dem, in deren oberen Horizonte eingelagerten Süsswasserkalke, während dem weiter vom Ufer, in der Tiefe des offenen Meeres, die Ablagerung der Tiefseebildungen ununterbrochen sich fortsetzen konnte.

Infolge weiterer Senkung des Ufergebietes gegen Ende des mitteleocænen Zeitalters, musste abermals Seewasser das Gebiet der Seesümpfe überdecken; und aus diesem Meere haben sich dann, dem Ufer entlang, die oberen Grobkalk-Schichten und fortsetzungsweise im obereocænen Zeitalter, bei zunehmender allmäliger Senkung, auch die Intermedia- und Bryozoen-Schichten abgelagert.

Unterdessen erfolgte gegen Osten zu, in der Tiefe der offenen See, fortgesetzt auch die Ablagerung der Tiefseebildungen, und dass diese in die Gruppe der Karpathensandstein-Bildungen gehören, dafür dient als Zeugniss das Vorkommen bei Alt-Rodna, wo der nummulitenführende Kalkmergel wirklich zwischen Sandsteinschichten eingelagert ist.

Entlang dem südlichen Ufer der siebenbürgischen Eocænbucht mussten sich natürlich auch ähnliche Uferschichten abgelagert haben. Von diesen blieb jedoch nur der mitteleocæne Grobkalk von Porcsesd an der Oberfläche, welcher zugleich eine bedeutende locale Abweichung in der Qualität und Quantität des Sedimentes, im Vergleiche zu jenen des nordwestlichen Ufers der Bucht aufweist; wogegen untereocæne Sedimente gänzlich in der Tiefe verblieben und vom Obereocæn sich blos Spuren in Porcsesd zeigen, während bedeutende Reste davon sich noch im Sárd-Borbander Inselgebirge vorfinden. Im oligocænen Zeitalter wird die allmälige Erhebung der Ufergebiete der siebenbürgischen Seebucht während der Ablagerung der Hojaer Schichten merkbarer, während die folgenden mitteloligocænen Schichten (Sch. von Révkörtvélyes und Méra) in Betracht ihrer Brack-, zum Theil auch Süsswasser-Faunulen, entschieden in einer bereits stark erhobenen Uferzone, oder auch in Ufersümpfen sich abgelagert haben. Dieser Uferfacies gleichwerthige Tiefseeablagerungen lassen sich in den Meletta- und Menilithschichten des südöstlichen Karpathen-

zuges ganz sicher erkennen, weil wir zwischen diesen beiden abweichenden Faciesgebilden überbrückende und verbindende Schichten, nämlich den Fischschuppen-Schiefer von Nagy-Ilonda besitzen, welche von Osten aus zwischen die Bildungen der Uferfacies ziemlich weit hineinreichen.

In den Beginn der mitteloligocænen Zeit fällt auch der Anfang der tertiären vulkanischen Thätigkeit, denn die Eruption des Quarztrachytes und wahrscheinlich auch die des Trachytes, gingen in dieser Zeit vor sich.

Die im Zeitalter des Oberoligocæn oder der chattischen Stufe abgelagerten Schichten zeigen die, mit ihrer in verschiedenen Seetiefen erfolgten Ablagerung zusammenhängenden Faciesunterschiede und deren Übergänge ineinander in auffallendster Weise. Am Fusse des Gyaluer Hochgebirges und entlang der nordöstlichen Ausläufer des biharer Gebirgstockes haben die Schichten der chattischen Stufe beinahe noch reinen Süsswassercharakter, mit ziemlich bedeutenden Kohlenablagerungen versehen (Sch. von Forgácskút und Corbula-Schichten); während gegen Nordosten zu ihr Übergang in rein marine Ablagerungen schrittweise verfolgbar ist, so dass sie in der Gegend der vereinigten Szamos bereits eine Ablagerung der seichten See vorstellen, gegen Magyar-Lápos zu aber in ein wirkliches schlammiges Tiefsee-Sediment übergehen. In ähnlicher Faciesausbildung sind sie auch weiter, im südöstlichen Karpathenzuge, in dem Gebiete zwischen Alt-Rodna und dem Bistritz-Flusse vorhanden. Ich finde aber keine Angaben darüber, dass solche Schichten in dem südlichen Verlaufe dieses Karpathenzuges, diesseits des Gebirgskammes, irgendwo vorkämen. Es erscheint mir daher für wahrscheinlich, dass das Emportauchen dieses Zuges und damit zugleich auch die Erhebung des Persányer Gebirgszuges, aus dem hier offenen Meere und somit die Abschliessung des Beckens gegen Osten zu, in diesem Zeitalter vor sich gehen musste. Es wird diese Ansicht auch durch die Fauna der Meeresablagerungen der chattischen Stufe unterstützt, welche im Gegensatze mit dem noch mediterranen Charakter der unter- und mitteloligocænen Schichten, ganz den Charakter der deutschen oberoligocænen Schichten aufweist; so dass es im höchsten Grade wahrscheinlich ist, dass das siebenbür-

gische Becken in diesem Zeitalter durch irgend eine Öffnung des nördlichen Grenzgebirges mit dem deutschen oberoligocænen Meere in Verbindung stand. Das siebenbürgische Becken schloss sich also im oberoligocænen Zeitalter auch gegen Osten zu und verlor damit die unmittelbare Verbindung mit dem mediterranen offenen Meere; blieb aber mit dem nordöstl.-europæischen Meere noch in irgendwelcher Verbindung.

Im ersten Zeitalter des Miocæns, also in jenem des Aquitanien, dauern dieselben Ablagerungsverhältnisse in dem jetzt schon siebenbürgischen Binnenmeere fort und in Folge dessen kamen am östlichen Fusse des Meszes-Zuges die noch immer kohlenführenden Schichten von M.-N.-Zsombor und P.-Szt.-Mihály zur Ablagerung. Während derselben Zeit ging auch in der Hátszeger Bucht und besonders in dem Zsilybecken, die Ablagerung der kohlenreichen Schichten von ähnlichem Brack- und Süsswasser-Charakter vor sich. In nördlicher Richtung, also gegen das damals noch offene nordöstliche Meer zu, setzte sich zu gleicher Zeit die Ablagerung von Meeresschichten in ähnlicher Faciesausbildung, wie jene der chattischen Stufe fort.

Mit dem Anfange dieses Zeitalters tritt eine energischere Bergbewegung auch im Norden und Westen des Beckens ein, in Folge dessen dann auch die Verbindung mit dem nordöstlichen offenen Meer aufhörte, und das siebenbürgische Binnenmeer von nun an nur mehr durch die ungarische grosse mediterrane Bucht mit dem offenen Mediterranmeere zusammenhieng. In der Umgebung von Klausenburg fehlen über den Schichten der chattischen Stufe die oben erwähnten Schichten des Aquitanien und werden unmittelbar durch den untermediterranen Koroder Sand bedeckt. Die Gegend von Klausenburg war daher in der aquitanischen Zeit bereits trocken, um dann in dem darauf folgenden Zeitalter der untermediterranen Stufe wieder vom Meere bedeckt zu werden. Die untermediterranen Koroder Sande und Schichten von Hidalmás haben sich bereits in dem vollkommen umschlossenen siebenbürgischen Binnenmeere abgelagert, welches vielleicht nur durch einzelne Öffnungen des Meszeszuges und im südlichen Erzgebirge mit der ungarischen Mediterranbucht communizieren konnte, gegen Norden und Osten zu aber von dem nordöstlichen offenen

Meere gänzlich abgeschlossen war. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass das zsilythaler Becken nicht blos gegen Norden zu mit der Hátszeger Bucht, sondern auch gegen Süden mit dem rumänischen Kohlenbecken bei Bahna und dadurch mit dem offenen Meere in Verbindung stand.

Am Beginne des Zeitalters der obermediterranen Stufe hatte der von Südosten her wirkende Seitendruck sein Maximum erreicht, in Folge dessen begann auch auf den entstandenen Bruch- und Verwerfungslinien die grossartige Thätigkeit der Andesitvulkane. Im Nordwesten haben die mächtigen Daciteruptionen des Vlegyászastockes diese Thätigkeit eingeleitet, im Norden die Ergüsse der Dacite und des Biotitandesites in den Rodnaer Alpen diese fortgesetzt; die Dacite besonders mit Auswurf einer enormen Menge von Asche und Lapilli, welche am Grunde des Binnenmeeres abgelagert die Reihe der obermediterranen Sedimente beginnen. Während dessen haben sich am Grunde des Binnenmeeres vom Lande her eingeschwemmter Thonmergelschlamm und thoniger Sand, unterbrochen durch dünnere Lagen der Asche späterer Daciteruptionen, in grosser Menge abgelagert. An vielen Punkten, so z. B. auch bei Klausenburg am Weinberge Hója, lagern die Mezőséger Schichten mit den Dacittuffen discordant auf den Schichten der chattischen Stufe, als sicherstes Zeichen der Schichtunterbrechung infolge der Hebung und Senkung des Ufergebietes.

Indessen musste das siebenbürgische Binnenmeer lange Zeit hindurch vom Weltmeere abgeschlossen werden, während dem die Ablagerung der mächtigen Salzlager sammt den Gypseinlagerungen vor sich ging. Das Salzwasser des vollständig abgeschlossenen Binnenmeeres musste, infolge des damals noch warmen Klimas, allmälig bis zum Sättigungsgrad der Salzlösung verdunsten und somit zuerst das Kalksulphat als Gyps, sodann das Chlornatrium als Steinsalz an den tiefsten Stellen des Beckens gefällt werden. Diesem Vorgange folgte, noch immer im Zeitalter der obermediterranen Stufe, abermals ein Durchbruch des Weltmeeres, wodurch das Becken wieder mit Salzwasser gefüllt wurde. Dieser Durchbruch geschah wahrscheinlich die Maroslinie entlang vom ungarischen Binnenmeere her und musste die bereits gefäll-

ten Salzlager mit einer Schlammdecke überziehen. Das nördlic[he] und westliche Ufer dieses Binnenmeeres, besonders dessen ti[ef] eingreifende Buchten, und die Meeresenge der Maroslinie, bote[n] günstige Lebensbedingungen für die Entwicklung einer reiche[n] littoralen Fauna, wodurch die Entstehung der durch ihren Petr[e]factenreichthum berühmten Localitäten (Felső-Lapugy, Bujtu[r], Felső-Orbó, Csicsó-Hagymás u. s. w.) erklärbar ist. Der an Ei[n]buchtungen reiche östliche Rand des siebenbürgischen Erzgebi[r]ges, so auch die das siebenbürgische Binnenmeer mit dem ung[a]rischen verbindende Maroslinie waren für das Gedeihen solche[r] reichen Littoralfaunen und zum Theil auch von Korallbänke[n] besonders geeignet. In den grösseren Tiefen des Binnenmeere[s] jedoch haben sich zu gleicher Zeit, laut Zeugniss der sehr eige[n]thümlichen, gemischten organischen Reste, welche die Tho[n]mergelschichten im Hangenden der Salzlager einschliessen, de[r] Tiefseeablagerungen des heutigen Schwarzen Meeres ähnlic[h] Sedimente abgelagert.

Die Ausbrüche des Dacites haben sich unterdessen öfte[r] wiederholt, besonders von reichlichen Aschenauswürfen begleite[t] welche als Tuffe auch in dem oberen Horizonte der obermediterr[a]nen Schichten sehr verbreitet vorkommen. Beiläufig auf das En[de] dieses Zeitalters fällt die Thätigkeit des kleinen Dacitvulkan[s] Csicsóberg, so wie auch die Entstehung der Dacitgebirge des Er[z]gebirges, besonders des Csetrásgebirges am südlichen Rande de[s] selben.

Nun folgt das Zeitalter der sarmatischen Stufe. Das salzi[ge] Wasser des siebenbürgischen Binnenmeeres süsste sich infolge d[er] vom Lande hineinströmenden Niederschläge immer mehr au[f] und es kamen infolge dessen am Grunde desselben vorherrschen[d] sandige Schichten zur Ablagerung, welche die bezeichnende[n] Molluskenreste der sarmatischen Stufe einschliessen. Die nörd[li]che Hälfte des Beckens jedoch bis zur Maros war am Anfan[g] dieses Zeitalters bereits trocken, nur von Torda aus ragt bi[s] Klausenburg die sarmatische Ablagerung des Feleker Berge[s] hinein; während die südliche Hälfte des Beckens von einer allge[-]meinen Decke sarmatischer Sedimente eingenommen wird. Di[e] ruhigen und reineren Gewässer der Hátszeger Bucht boten di[e]

günstigsten Verhältnisse zu einem reichen Gedeihen der sarmatischen Fauna und zur Ablagerung von reichlichem Kalkschlamm, deshalb hier die mannigfaltigsten Kalkschichten vorherrschen; während im Inneren des Beckens zu gleicher Zeit nur thonige und sandige Sedimente, mit spärlicheren organischen Resten, sich abgelagert haben.

Laut Zeugniss von schieferigen, weissen biotithältigen Tuffen des Biotitandesites, welche hie und da zwischen den sarmatischen Schichten lagern, folgte am Beginne der sarmatischen Zeit wahrscheinlich der Ausbruch von Biotitandesit jenem des wirklichen Dacites und zwar in der südlichen Hälfte des Beckens, wo der Gebirgstock des Büdös sammt dem Morgó, dann die Biotitandesit-Vulkane des Erzgebirges die Asche liefern konnten; während am nördlichen Rande des Beckens die Ausbrüche der Pyroxenandesite des Läposer und Czibles-Gebirges in diese Zeit hineinfallen.

In Folge der weiteren Aussüssung und zugleich Einengung des Brackwassers des sarmatischen Binnenmeeres im südlichen Theile des Beckens, hauptsächlich aber im südöstlichen Winkel desselben, bildete sich der siebenbürgische Binnensee des pontischen Zeitalters heraus, in dessen schlammigen Thonmergelsedimenten Süsswasserorganismen, hie und da jedoch auch in, aus Schotter und Sand bestehenden Flussablagerungen, Fluss-Mollusken reichlich sich vorfinden. Am Rande des Hargitazuges schliessen diese Schichten hie und da Detritus von Andesit in Form von Tuffen und Breccien ein; es liegt jedoch die Hauptmasse dieses Detritus meistens schon über den pontischen Ablagerungen. Daraus folgt nun, dass die Ausbrüche der Amphibol- und Pyroxenandesite der Hargita gegen Ende des pontischen Zeitalters ihr Maximum erreicht haben mussten.

Der pontische Binnensee musste aber am Ende dieses Zeitalters auf der Maroslinie zum grössten Theil abfliessen; am östlichen und westlichen Fusse des Persányer Gebirges jedoch blieben noch ziemlich grosse Süsswasserteiche zurück, aus welchen in der ersten Hälfte des Zeitalters der *levanteischen Stufe* abermals reichliche Sedimente sich abgelagert haben. Unter diesen Sedimenten befinden sich, ausser Seemergel, Thon und Lignit, in grosser Menge

auch der Detritus des Hargitaandesites und des Basaltes der Altgegend, theils abgesondert eingelagert, theils mit denselben vermengt. Es folgt daraus, dass die Thätigkeit der vorherrschend Pyroxenandesit-Vulkane der südlichsten Hargita, und auch jene der Basalt-Vulkane, in diese letzte Phase der Tertiärzeit hineinfällt und gewiss bis Ende der Tertiärzeit dauerte, wenn sie nicht vielleicht auch noch in die Diluvialzeit hineinreichte.

Für ein so junges Alter der südlichen Hargita spricht entschieden auch die Thatsache, welche ich bei Schässburg in den Diluvialterrassen des Gr. Kockelflusses beobachtet habe. In dem Schotter dieser Terrassen fand ich keine Spur von Hargitaandesiten, bloss die Gerölle der krystallinischen Schiefer der Fogaraser Alpen; wogegen das alluviale Inundationsgebiet des Kockelflusses mit Andesitgeröllen erfüllt ist. Daraus ersieht man, dass in der Diluvialzeit — vielleicht nur in der ersten Hälfte — das jetzige Flusssystem noch nicht ausgebildet war, wahrscheinlich deshalb nicht, weil in der südlichen Endigung des Hargitagebirges die vulkanische Thätigkeit kaum abgeschlossen war und die neuere und endgiltige Oberflächengestaltung durch die Erosion erst dann begann: während aus den Fogaraser Alpen die Wirkung der herabfliessenden Gewässer bis Schässburg reichte.

Und damit bin ich am Schlusse der Geschichte des siebenbürgischen Tertiärbeckens angelangt, von da an die Erosionswirkung der diluvialen Niederschläge die Hauptrolle in der Durchfurchung der Oberfläche des siebenbürgischen Beckens und in der Zustandebringung der jetzigen orographischen Verhältnisse übernommen hatte.

Indem ich das Resultat meiner 25-jährigen Forschungen vorlegte, schliesse ich mit dem Wunsche, es möge meine Arbeit je eher zu neuen noch eingehenderen Untersuchungen Anregung geben.

4.

ÜBER GASENTWICKLUNG BEI PANKREAS-VERDAUUNG.

Vom ord. Mitgl. d. ung. Akademie FERD. KLUG.

Vorgelegt der III. Cl. d. Akad. am 13 Decemb. 1897.

Aus: «Math. és Természettud. Értesítő (Math. und Naturw. Anzeiger) Band XVI, pp. 71—88.

I.

Die Frage, ob Darmgase durch die Thätigkeit ungeformter Fermente entstehen, hat HÜFNER * im Jahre 1874, durch mit grosser Umsicht ausgeführte Versuche, in bejahendem Sinne beantwortet. HÜFNER untersuchte die Fibrinverdauung mittelst Pankreas bei möglichstem Ausschluss von Pilzen und Bakterien. Anfangs wurde die unmittelbar dem Thiere entnommene, 1—2 Tage unter absolutem Alkohol aufbewahrte Drüse, mit einer vorher abgekochten und nachher wieder erkalteten Fibrinmasse in einem ziemlich complicierten Apparat in der Weise zusammen gebracht, dass keine der beiden Substanzen vorher mit anderer, als mit durchgeglühter Luft in Berührung kam. Doch schon nach mehreren Versuchen zeigte sich, dass die frische Drüse selbst nicht zu gebrauchen war; das Innere derselben war inficiert, Fäulniss trat ein. Sobald aber an Stelle des frischen Pankreas das amorphe, aus Glycerinextract mit Alkohol gewonnene Fermentpulver angewandt wurde, gelang der Versuch. Die Dauer der Einwirkung betrug 3—6 Tage. Das Resultat war: Ausscheidung von Kohlensäure, keine Entwicklung

* Journal f. prakt. Chemie Bd. X S. 1. 1874.

brennbarer Gase, wie auch die Thatsache, dass während des Versuchs von irgend einer der in Lösung befindlichen Substanzen Sauerstoff chemisch gebunden wurde. Kohlensäureentwicklung trat auch dann ein, wenn selbst die geringe Menge Sauerstoffgas, welche mit der Fermentlösung in die Kolben gelangte, ausgepumpt worden war (Versuch 10). Dem mit Fibrin und Ferment gefüllten Kolben wurde jegliches noch restierendes Gas, also auch jeglicher noch auspumpbare, nicht chemisch gebundene Sauerstoff genommen, und doch bestand das am Ende des Versuchs ausgepumpte Gas überwiegend aus Kohlensäure. Versuche zeigten auch, dass die Fermentlösung schon allein so fest Sauerstoff bindet, dass derselbe nicht wieder angepumpt werden kann. HÜFNER vermuthet, «dass erst während der Berührung des Fibrins mit dem sauerstoffbeladenen Ferment, während der Reaction der beiden auf einander, Kohlensäure gebildet werde. Welches der Beiden, ob das Fibrinmolecül oder das des Ferments die Kohlensäure ausgiebt, bleibt vor der Hand ungewiss».

In einer zweiten Mittheilung * theilt HÜFNER Versuche mit, bei welchen Sauerstoff und Fibrin ohne Ferment auf einander wirkten und binnen drei Wochen aller Sauerstoff verschwand, dafür aber Kohlensäure auftrat und bei welchen sich auch zeigte, dass die Menge der am Ende des Versuches gebildeten Kohlensäure um so geringer wurde, je sorgfältiger und vollkommener alle vorhandene Luft aus dem Kolben entfernt worden war. HÜFNER schliesst hieraus, dass die Kohlensäureentwicklung durchaus nicht mit der Thätigkeit des Ferments zusammenhängt, sondern vielmehr nur die Folge eines Oxydationsprocesses ist, der auch ohne Gegenwart des Ferments verläuft. Brennbare Gase traten selbst bei möglichstem Ausschluss von Sauerstoff nicht auf. HÜFNER vermuthet, dass am Ende doch nur lebendige mikroskopische Organismen das Auftreten brennbarer Gase während der Verdauung veranlassen. Bei Versuchen mit Fibrin in einem Infus von faulendem Käse entwickelte sich in der That Wasserstoffgas, welches jedoch ebenso von den Eiweisssubstanzen, wie auch von dem Fette des Käses herrühren konnte.

---

* Journal f. prakt. Chemie. Bd. XI. S. 43. 1875.

Ach KUNKEL * hat die bei künstlicher Pankreasverdauung auftretenden Gase untersucht und unter denselben Kohlensäure, Wasserstoff, Schwefelhydrogen, Nitrogen und Methan gefunden, von welchen Schwefelhydrogen und Methan erst gegen das Ende des 9—10 Stunden anhaltenden Versuches auftraten. Wenn man diese Ergebnisse mit jenen von HÜFNER vergleicht und weiss, dass KUNKEL mit der Drüse in toto verdaute, demnach Fäulniss nicht vermeiden konnte, so wird man geneigt, die Entwicklung der Gase dieser letzteren zuzuschreiben.

WASSILIEFF ** hat bei Verdauung von Fibrin in Pankreasextract, welchem Kalomel in solcher Menge (1%) beigegeben war, dass derselbe erwiesener Maassen antiseptisch und aseptisch wirkte, geringere Entwicklung von Kohlensäure beobachtet, als in solchem Pankreas-Extract, der kein Kalomel enthielt; niemals aber fand sich Wasserstoff oder Schwefelwasserstoff vor.

Neuere Angaben über Bildung von Gasen bei Ausschluss der Fäulniss sind mir nicht bekannt, und da die von HÜFNER beobachtete Bildung der Kohlensäure sich als Oxydationsproduct erwiesen und dasselbe bei den Versuchen von WASSILIEFF auch nicht ausgeschlossen war — denn dieser letztere Forscher gab die Verdauungsflüssigkeit in einen Gasometer mit Luft und schüttelte den Gasometer während der Verdauung auch häufig —, so steht heute der Satz wohl noch unangefochten da, dass Enzymwirkungen bei der Verdauung keine Gase entwickeln. Speciell wird die bei der Verdauung im Darm frei werdende Kohlensäure, theils vom Blut, theils von der Eiweissfäulniss, von der Milch- und Buttersäuregährung der Kohlenhydrate, theils von dem Freiwerden aus dem Alkalikarbonat des Pankreas- und des Darmsaftes, bei deren Neutralisation durch die Salzsäure des Magensaftes und die bei der Gährung entstehenden organischen Säuren *** abgeleitet. Dem gegenüber beweisen meine in Folgendem mitzutheilenden

---

* Verhandlungen der physikalisch-medicinischen Gesellschaft in Würzburg. N. F. Bd. 8 S, 134. 1875.

** Zeitschrift für physiologische Chemie Bd. VI. S. 112. 1881.

*** O. HAMMARSTEN: Lehrbuch der physiol. Chemie. III. Aufl. S. 279. 1895. — ARTHUR GANGAE: Die phys. Chemie der Verdauung S. 482. 1897.

Erfahrungen, dass Gase und speciell auch die Kohlensäure als Producte einer Enzymwirkung enstehen.

II.

Wenn man von Blut und anhängenden Geweben möglichst gereinigte frische Pankreas fein haschiert der Digestion aussetzt, indem man zugleich die Fäulniss durch Zugabe von Thymol ausschliesst, so kann man oft Gasentwicklung beobachten. Als ich zu anderem Zweck 10 Stück, 2750 g wiegender Rinderpankreas, mit 1000 ccm destilliertem Wasser und 27 g pulverisiertem Thymol, bei 38—40°C. in einem 7 Liter fassenden Cylindergefäss, 20 Stunden lang der Verdauung aussetzte, so fand sich der Inhalt stark verdaut und über der Flüssigkeit die Pankreasreste in schäumendem Zustande; ja ein Theil derselben war ausgeflossen und bedeckte die Aussenwand des Gefässes, wie auch den Boden des Thermostats. Bei einem anderen Versuch entwickelten 300 g Pankreas, 150 ccm Wasser und 3 g Thymol 0,1659 g Kohlensäure. Bei mit anderen Drüsen, so mit Magenschleimhaut, in ganz ähnlicher Weise gemachten Verdauungsversuchen fiel mir nie Gasentwicklung auf, und andere Autoren, welche Thymol als Desinficiens benützen, machen ebenfalls keine Erwähnung davon, als hätten sie Gasentwicklung beobachtet. Die Gasentwicklung muss also hier eine ganz specifische Erscheinung sein.

Eine 0,1 %-ige Thymollösung soll hinreichen, um die alkoholische, sowie die milchsaure Gährung aufzuheben (Lewin); das von mir der Verdauungsmasse beigemischte Thymol überstieg bei Weitem diese Menge. Wohl löst sich Thymol nur schwer in kaltem Wasser, doch geht von demselben in der Verdauungstemperatur etwas mehr in Lösung über. Auf jeden Fall enthielt die Masse genug Thymol gelöst, um die Fäulniss zu hemmen, wie dies aus der Erfahrung folgt, nach welcher, selbst wenn man Pankreas und Thymol drei Wochen lang und darüber in der obigen Weise digeriert oder den verdauten und abfiltrierten Pankreasextract ähnlich lange stehen lässt, keine Fäulniss eintritt und das gelöste Trypsin hierbei seine verdauende Wirkung beibehält. Es schien also der Mühe werth, diese zufällig beobachtete Gasentwicklung bei Pankreas-

verdauung mit Thymol näher zu untersuchen, um so mehr, als ich unter Umständen auch mit dem abfiltrierten, künstlichen Pankreassaft Gasentwicklung erhalten konnte. Da sowohl die bekannten Versuche von HÜFNER und von WASSILIEFF, wie auch meine Beobachtungen vorzüglich auf Kohlensäureentwicklung deuteten, so trachtete ich vor Allem, diese eingehender zu untersuchen.

III.

Als Versuchsobject diente Rinderpankreas. Dasselbe wurde am Morgen aus dem Schlachthause geholt, dann gewöhnlich bis gegen Mittag dem Wasserstrahl ausgesetzt, hierauf von Bindegewebe, Fett, Blutgefässen gereinigt und mittelst Fleischmühle zermahlen. Nun wurde der Drüsenbrei entweder direct zum Versuch angewandt oder aus demselben, durch 20 Stunden anhaltende Digestion, ein Extract bereitet, welcher, am kühlen Orte aufbewahrt, als künstlicher Pankreassaft ebenfalls zur Verdauung diente.

Das Verdauungsgefäss war eine, nach Art der Spritzflaschen adjustirte, luftdicht verschliessbare Flasche, in welche das Pankreas oder der Extract mit der zu verdauenden Substanz gegeben wurde. Das längere, in die Flüssigkeit tauchende Glasrohr des Gefässes diente zum Einführen von reiner Luft. Die Luft wurde nämlich vorerst, um kohlensäurefrei zu sein, durch zwei Kalilauge und ein Baryumhydroxydlösung enthaltendes Gefäss geleitet und gelangte so in die Verdauungsflasche. Das kurze Gasrohr, das zur Ableitung der Gase diente, wurde mit zwei nach einander folgenden PETTENKOFER'schen Röhren, welche mit titrierter Barytlösung angefüllt waren, verbunden. Ein Aspirator besorgte dass mässige Durchstreichen der Luft. Einige in solcher Weise mit Pankreas, künstlichem Pankreasextract, Pankreassiccum und Trypsin gemachte Versuche sind aus der folgenden Tabelle (Tab. I) zu ersehen.

Tabelle I.

Datum	Nummer der Versuche	Anordnung der Versuche	Kohlensäure in g	Bemerkungen
1897 24. März	1	300 g Pankreas, 150 cm³ Wasser, 3 g Thymol	0·1659	
29. «	2	300 g Pankreas, 150 cm³ Wasser. 3 g Thymol, 10 cm³ Mandelöl	0·275	
7. April	3	300 g. Pankreas, 150 cm³ Wasser, 3 g Thymol, 10 cm³ Oel	0·155	
8. «	4	200 cm³ Pankreasextract, 10 cm³ Oel	0·259	Dieses Pankreasextract wurde am 7. April aus 1260 g Pankreas, 630 cm³ Wasser und 18 g Thymol gewonnen
11. «	5	200 cm³ Pankreasextract	0·058	Dieser Pankreasextract wurde am 10. April aus 1230 g Pankreas, 600 cm³ Wasser und 18 g Thymol gewonnen
		200 cm³ desselben Extractes, 20 cm³ Oel	0·159	Derselbe
12. «	6	200 cm³ desselben Extractes, 20 g gekochte Stärke	0·025	Derselbe
		200 cm³ desselben Extractes, 20 cm³ Oel	0·239	Derselbe
13. «	7	200 cm³ desselben Extractes	0·025	Derselbe
21. «	8	200 cm³ Pankreasextract, 4 g Fibrin	0·038	Dieser Pankreasextract wurde am 20. April aus 1650 g Pankreas, 1650 cm³ Wasser mit 32 g Thymol bereitet. Verdaut Eiweiss gut.
		200 cm³ Pankreasextract, 10 cm³ Oel	0·078	

tum	Nummer der Versuche	Anordnung der Versuche	Kohlensäure in g	Bemerkungen
April	9	45 g Pankreas siccum, 405 cm³ Wasser, 3 g Thymol	0	Pankreas siccum selbst wurde hierbei gut verdaut
		45 g Pankreas siccum, 405 cm³ Wasser, 3 g Thymol, 10 cm³ Oel	0·112	
«	10	200 cm³ Trypsinlösung, 2 g Thymol, 10 cm³ Oel	0	Die Trypsinlösung enthielt 2% Trypsin und verdaute Eiweiss sehr gut
		200 cm³ Trypsinlösung, 2 g Thymol, 4 g Fibrin (gekocht)	0	

Aus diesen Versuchen folgt, dass während der Selbstverung des Pankreas Kohlensäure frei wird (Vers. 1—3), wie auch, mit künstlichem Pankreassaft während der Verdauung Kohäure gewonnen werden kann, wenn man zu demselben Oel (Vers. 5, 6). Während ein Pankreasextract für sich 0,058 g lensäure lieferte, gaben andere 200 ccm desselben Extracts, hem Oel beigegeben worden war, 0,159—0,239 g Kohlensäure. Stärke entwickelte sich bei der Verdauung gar keine, aus in (Vers. 8) ebenfalls keine oder doch nur sehr wenig Kohlene. Die letztere, wenn sich eine solche überhaupt bildete, kann dem wenigen im Fibrin enthaltenen Fett stammen. Dies folgt us, dass bei der Verdauung von Fibrin mit Trypsin (Vers. 10) e Kohlensäure frei wird. Bei einem Vergleich der Versuche 7 mit den mit 8 bezeichneten ist es sehr auffallend, dass bei letzteren überhaupt eine ungemein schwache Gasentwicklung

stattfand. Es scheint demnach nicht ein jedes Pankreas die Fähigkeit zu besitzen, aus Fett Kohlensäure frei zu machen; dies wird durch an anderer Stelle mitzutheilende Versuchsergebnisse noch bestätigt werden. Auch der Pankreasextract, welcher frisch, sowie am 1—2. Tag, bei der Verdauung noch Gas liefert, verliert diese Fähigkeit, sobald derselbe eine entschieden saure Reaction gewinnt. Bei der Selbstverdauung von Pankreas siccum erhielt ich keine Kohlensäure und auch nach der Zugabe von Oel (Vers. 9) waren nur Spuren von Kohlensäure zu gewinnen. Hier ist also jenes Enzym, welches Kohlensäure frei macht, nicht oder doch nur in ungemein geringer Menge vorhanden. Verdauungsversuche mit Trypsin und Oel bewiesen, dass jenes bei der Entwicklung von Kohlensäure nicht mit betheiligt ist.

Diese Versuche deuten demnach darauf hin, dass die Kohlensäure, welche bei der Selbstverdauung von Pankreas frei wird, dem in derselben enthaltenen Fett entstammt, und erwecken den Verdacht, dass diese Erscheinung die Folge einer Enzymwirkung auf Fett ist.

IV.

Die Frage betreffend, ob es sich hier um eine Bildung der Kohlensäure durch Oxydation oder um eine Abspaltung derselben handelt, ist seit Abelous und Biarne * bekannt, dass das Pankreas der oxydierenden Thätigkeit entbehrt. Andererseits erhielt Hugo Schulze ** aus Fetten nur bei einer Temperatur über 100° C. Kohlensäure durch Oxydation und schliesst, dass nur Fermente dem Sauerstoff die Möglichkeit gewähren, das Fett zu oxydieren, während nach Otto Frank *** die Salze der höheren Fettsäuren schon bei gewöhnlicher Temperatur, unter Einwirkung des Sauerstoffs der Luft, eine Zersetzung, eine oxydative Spaltung erleiden. Ich machte daher auch mit Ausschluss des Oxygens Versuche, indem ich vorerst, anstatt Luft, reines Hydrogen durch die Verdauungsflüssigkeit leitete.

---

* Archiv de physiol. norm. et path. S. 198. 1895.

** Archiv f. d. ges. Phys. Bd. XVIII. S. 398—404.

*** Archiv für Physiologie S. 51. 1894.

Das Hydrogen wurde durch Einwirkung von Zink auf Schwefelsäure gewonnen, musste aber, um in das Verdauungsgefäss zu gelangen, ebenso wie in den vorangegangenen Versuchen die Luft, Kalilauge und Barytwasser enthaltende Gefässe durchstreichen. Alle diese, der Apparat zum Entwickeln des Hydrogens, wie auch die Reinigungsgefässe und das Verdauungsgefäss selbst waren unter einander und mit den PETTENKOFER'schen Absorptionsröhren nur durch Glasröhren, ohne eingeschaltete Kautschukröhren, verbunden und ausserdem noch in ausgekochtes Wasser gestellt; der Zutritt von Luft war also ganz unmöglich gemacht. Auch gebrauchte ich als Desinficiens ausser Thymol noch Sublimat. Ich fand nämlich, dass Versuche mit thymolisiertem Pankreasextract und Oel nicht immer von jeder Fäulniss frei sind, und glaube, dies daher ableiten zu müssen, dass Oele Thymol leicht lösen, demnach auch Thymol aus dem Pankreasextract aufnehmen, dem zu Folge dieser zu wenig desinficiert bleibt. Sublimat erwies sich überhaupt als ein sehr gutes Desinficiens bei der Verdauung und hemmte die Gasentwicklung nicht. So entwickelte sich in einem Gefäss, in welchem 3335 g Pankreas, 1660 ccm Wasser und 5 g Sublimat der Verdauung ausgesetzt waren, 3,7 g Kohlensäure.

Eine Sublimatlösung von 1 : 5000 soll bereits ein ganz sicheres Desinfectionsmittel sein. Ja, ein Theil Sublimat auf 20,000—30,000 ccm Wasser vernichtet mit Sicherheit zur Untersuchung genommene Mikroorganismen, sporenfreie wie sporenhältige Bacillen und Coccen (R. KOCH)*. P. ZWEIFEL** jedoch fand das Blut in einer 0,2 ‰-Sublimatlösung nach vielen Wochen ganz verändert, voller Mikrococcen und Stäbchenbakterien, wie auch sehr schlecht riechend. Eiweissartige Substanzen binden das Sublimat unter Bildung von *HgO*-Albuminat, welches letzteres schlechter als Carbolsäure desinficiert (MIKULICZ). Allein diese Bildung von *HgO*-Albuminat verläuft langsam und stört die Verdauung nicht durch Fäulniss, wenigstens nicht in den ersten zwei Tagen, während

* W. BERNATZKI und A. E. VOGL: Lehrbuch der Arzneimittellehre S. 138. u. 449. 1891.

** Zeitschrift für physiologische Chemie. Bd. VI. S. 420. 1881.

welcher ich niemals Fäulniss beobachtete. Doch darf man nicht weniger als 1 ‰ Sublimat nehmen; übrigens geht die Verdauung auch bei einem Sublimatgehalt von 2 ‰ gut vor sich. Bei 1 : 2000 Sublimat fand ich am Schluss einer 24 stündigen Digestion bereits Spuren von Fäulniss vor. Wie günstig und eben nicht störend Sublimat auch der Eiweissverdauung ist, beweist der folgende Versuch. 15 g Pankreas, 200 ccm Wasser und 0,2 g Sublimat wurden 24 Stunden lang im Thermostat der Verdauung ausgesetzt und dann die Flüssigkeit abfiltriert. Im Filtrat entsprach die Menge des gelösten Albumins, mit dem Spectrophotometer untersucht, dem Extinctionscoëfficienten 1,62408. In 30 ccm dieses Filtrats wurden 15 g Fibrin der Verdauung 20 Stunden lang ausgesetzt. Der nachher von Neuem abfiltrierten Flüssigkeit entsprach der Extinctionscoëfficient von 7,00560.* Von faulem Geruch, Schwefelhydrogen war absolut keine Spur zu entdecken. Es lässt sich übrigens, wie bekannt, die Bildung von *HgO*-Albuminat durch Zusatz von Kochsalz, dessen Menge wenigstens das Zehnfache des Quecksilberchlorids beträgt, verhindern.** Ich machte auch mit 0.1 % Sublimat und 1,0 % Kochsalz etliche Versuche, fand aber bei denselben die Verdauung weniger gut, auch erfolgte nach einigen Tagen, bei Zugabe von Oel, trotz Kochsalz, Zersetzung des Sublimats.

Dass 1 ‰ Sublimat in der That gut desinficiert, beweisen noch Versuche, die ich mit Speicheldrüsen, rohem Fleisch, sowie auch mit gekochter Pankreasdrüse gemacht und bei welchen consequenter Maassen keine Gasentwicklung zu beobachten war. Ebenso erhielt ich ganz frische Pankreasdrüsen, mittelst welchen weder bei Desinficierung mit Sublimat noch mit Thymol während der Digestion Gasentwicklung stattfand, während dieselbe mit anderen Pankreasdrüsen eintraf. Es unterliegt unter solchen

---

* Wenn R. Pfleiderer (Archiv f. d. ges. Phys. Bd. 66 S. 613) an den vielen Decimalstellen der mit Spectrophotometer erhaltenen Ergebnisse Anstoss findet, so kann ich dafür, dass die Zahlen der Logarithmentafeln 5—7 Decimalstellen haben, eben so wenig, wie ich auch daran keine Schuld trage, dass diesem Autor die spectrophotometrische Methode zu umständlich ist.

** Bernatzki und Vogl a. a. O.

Umständen keinem Zweifel, dass Sublimat bei der Verdauung als Desinficiens gut zu brauchen ist.

Die Resultate, welche ich unter dem Einflusse von Hydrogengas erhalten habe, zeigt die folgende Tabelle (Tab. II).

Tabelle II.

Datum	Nummer der Versuche	Anordnung der Versuche	Kohlensäure in g	Bemerkungen
13. Mai	1	200 cm Pankreasextract	0·109	Dieser Extract wurde am 12. Mai aus 2860 g Pankreas, 2860 cm³ Wasser uud 29 g Thymol gewonnen
		200 cm³ Pankreasextract, 20 g Glycerin	0·0994	
14. «	2	200 cm³ Pankreasextract, 4 cm³ Acid. aceticum	0·0421	Derselbe Extract
		200 cm³ Pankreasextract, 4 cm³ Fibrin, gekocht	0·0897	
15. «	3	200 cm³ Pankreasextract, 20 cm³ Mandelöl	0·4305	Derselbe Extract
31. «	4	200 cm³ Pankreasextract, 10 g Oel, 0·6 g Thymol	0·217	Extract aus 2750 g Pankreas. 1400 cm³ Wasser, 28 g Thymol
		200 cm³ Pankreasextract, 10 g Stearin, 0·6 g Thymol	0·024	
10. «	5	150 g Pankreas, 150 cm³ Wasser, 0·3 g $HgCl_2$	0·304	

Diese Versuche bezeugen, dass es sich hier nicht um Oxydae tion, sondern um Abspaltung von Kohlensäure handelt. Versuch-

mit Glycerin ergaben nicht mehr Kohlensäure, als solche, bei welchen dem Pankreasextract gar nichts beigegeben worden war. Es kann also die Kohlensäure nicht vom Glycerin stammen. Am wenigsten Kohlensäure lieferte das Extract nach Zugabe von 2 % Essigsäure. In solcher Menge zerstört die Essigsäure das Enzym vollkommen. Eben weil Säuren das hier wirksame Enzym rasch zerstören, lässt sich auch mit Sublimat anstatt Thymol ein solcher Extract der Drüse höchst schwer gewinnen, welcher mit Fett der Digestion ausgesetzt, Kohlensäure frei machen könnte, denn die Verdauungsflüssigkeit, die man aus der Pankreasdrüse mit Sublimat nach 24-stündiger Verdauung gewinnt, reagiert, wenn Spaltung von Fetten stattfand, bereits so stark sauer, dass das Fettenzym seine Wirkung mehr oder weniger verloren hat; Versuche mit Sublimat als Desinficiens gelingen also besser, wenn die Drüse in Substanz, wie bei Versuch 5, benutzt wird. Aus Tabelle II, Versuch 4, kann man auch ersehen, dass Verdauungsversuche mit Stearin ganz erfolglos sind. Ich habe probeweise, ausser mit Oel, auch mit frisch zerlassener Butter Versuche gemacht und erhielt in einem Fall circa 0,338 g Kohlensäure. Aus dem folgt, dass nur Fette, die in der Verdauungstemperatur flüssig werden, bei der Pankreasverdauung Kohlensäure liefern.

V.

Wenn, wie die Versuche zeigen, bei der Spaltung von Fetten Kohlensäure entwickelt wird, so ist es nicht unmöglich, dass auch andere Gase, etwa Hydrogen, frei werden. Um hierüber Aufklärung zu erhalten, führte ich dem obigen ähnliche Verdauungsversuche mit Glasgefässen aus, welche jenen ähnlich waren, die man zur Cultur anaerober Bakterien verwendet. Die Gefässe waren mit Glashähnen versehen und konnten mit der Quecksilberluftpumpe ausgepumpt werden. Das Pankreas oder der künstliche Pankreassaft wurden also in das Gefäss gegeben, dann die Luft ausgepumpt und so das Gefäss in den Thermostaten gestellt. Nach der Verdauung wurde das über der Flüssigkeit befindliche Gas durch Quecksilber in ein Eudiometer getrieben und die Analyse nach der Bunsen'schen Methode durchgeführt.

Die meisten meiner Versuche habe ich eben auf diese Weise gemacht und konnte vor Allem constatieren, dass die Gasentwicklung hierbei bedeutend geringer ausfiel, als in den vorangegangenen Versuchen. Ursache dieser Erscheinung ist der Umstand, dass in den vorangegangenen Versuchen die Luft, bezüglich das Hydrogen fortwährend durch die Flüssigkeit gesogen wurden, demnach dieselbe in beständiger Bewegung erhielten, wie auch das gebildete Gas entfernt worden war; die Ruhe und der Umstand, dass Verdauungsproducte der Verdauuug selbst hinderlich sind, mässigten die Gasentwicklung bei den nun mitzutheilenden Versuchen bedeutend. Ansonst waren die Versuche ebenfalls mit Pankreas und Pankreasextract gemacht, welch letzterer mit Thymol oder Sublimat enthaltendem Wasser durch Selbstverdauung, wie auch mit Glycerin, nach der Methode von GRÜTZNER* gewonnen wurde. Die letztere bestand darin, dass 100 g Pankreas mit 900 ccm Glycerin und 100 ccm 1 % Na_2CO_3-lösung der Extraction ausgesetzt wurden und das Filtrat als Glycerinextract zur Verdauung diente. Ein Versuch mit 1 % Fluornatrium und Pankreas, sowie mit mittelst Fluornatriumlösung dargestellten Pankreasextract blieb resultatlos; es konnte weder Fettverdauung constatiert werden, noch trat Gasentwicklung auf. Auch Sublimat + 1 % Kochsalz erwiesen sich der Fettverdauung ungünstig, wohl trat etwas Verdauung und Gasentwicklung auf, doch alles dies in bedeutend geringerem Maasse, als wenn Sublimat für sich allein angewandt wurde. Die Salze scheinen also, wenigstens bei 1 % und mehr Gehalt, der Fettverdauung nachtheilig zu sein.

Ich setzte auch Oel allein fünf Tage lang in luftleerem Raume der Verdauungstemperatur aus, ferner hielt ich 10 g Oel mit 200 ccm 1 % Thymol enthaltendem Wasser, dann mit solchem, das 1 % Sublimat, wie auch 1 % Sublimat und 1 % Kochsalz enthielt, 20 Stunden lang im Thermostat, ohne die geringste Gasentwicklung constatieren zu können. Ebenso trat keine Gasentwicklung auf, wenn anstatt Pankreas Fleisch oder Speicheldrüsen, ob mit Oel oder nicht, zur Digestion verwendet wurden. Wie bei den früheren Versuchen, so kam es auch hier vor, dass

* Archiv f. d. ges. Physiol. Bd. 12 S. 303.

ich Pankreas erhielt oder Extract aus Pankreas bereitete, welc
bei der Verdauung gar kein Gas entwickelten, während wied
andere Pankreas, bei genau derselben Behandlung, Gas erzeugte

Nach den Erfahrungen, die man bei der Trypsinverdauu
machte, glaubte ich, dies hänge von der Zeit ab, die seit dem To
des Thieres bis dahin verstrichen ist, bis das Pankreas der Ve
dauung ausgesetzt worden war. Bestätigt wurde diese Vorausse
zung durch die Ergebnisse der Versuche 13—15 der Tabelle II
in welchen mit der frischen Pankreas 2,08, mit jener aber, welch
über Nacht an kühlem Ort aufbewahrt gewesen, 8,86 ccm Kohle
säure erhalten werden konnte. Andererseits aber zeigte sich, das
wenn ein Pankreas, das noch warm in das Institut gelangte un
sogleich zur Verdauung benützt würde, kein Gas entwickelt, s
erzeugt der Rest des Pankreas ebenfalls kein Gas, wenn derselb
auch vorerst 12—18 Stunden lang am kühlen Orte, wo keine Fäu
niss eintrat, aufbewahrt worden war. Ebenso trat in dem thym
lisierten Extract eines solchen Pankreas, selbst dann, wenn da
selbe 1—2 Tage lang an der Luft frei stand und nachher mit Fe
der Verdauung ausgesetzt wurde, keine Gasentwicklung auf, w
sich auch die neutrale Reaction des Extracts nicht merklic
änderte. Wenn sich also das Enzym zu der Zeit, als das Thie
getödtet wurde, im Pankreas nicht vorfand, so tritt dasselbe i
Pankreas oder dessen Extract auch nicht mehr auf. Am sicherste
erhielt ich bei der Verdauung Gasentwicklung, wenn ich nicht ei
höchstens zwei Pankreas, sondern viele (5—10 Stück) auf einma
in Verwendug nahm, wohl, weil unter soviel Pankreas stets ein
oder mehrere vorkamen, die das Enzym enthielten. Aehnlich trif
man ja auch das Trypsin nicht in einem jeden Pankreasextrac
oder Pankreassekret an, und in den Pankreasextracten, die ic
aus Pankreasen an Pneumonie oder Typhus gestorbener Persone
gewonnen, fehlte ebenfalls jede Eiweissverdauung, während, i
Falle die betreffenden Personen sonst gesund gewesen und eine
plötzlichen Todes starben, die gewonnenen Extracte vorzüglic
Eiweiss verdauten.

Ich machte mit Pankreas auch einen solchen Versuch, bei
welchem ich die eine Hälfte des zermahlenen Pankreas zur Ver-
dauung benützte, während die andere Hälfte desselben, auf einer

Glasplatte ausgebreitet, an warmem Ort dem langsamen Eintrocknen, bezüglich der Selbstverdauung ausgesetzt worden war. Die frisch benützte Pankreashälfte lieferte bei der Fettverdauung Gas, während jene, die 24 Stunden lang auf der Glasplatte gelegen, sowie das Extract der letzteren, ohne jede Wirkung war.

Alle diese Thatsachen bestätigen die Annahme, dass es in der Pankreas ein Enzym giebt, welches Fette in der Weise spaltet, dass dabei Gase frei werden. Diese Gase können unmöglich von Fäulniss herrühren, denn dann müssten ja dieselben in jedem Falle vorkommen und bei der Verdauung mit Pankreas, welches vor der Verwendung ohne Desinfectionsmittel, längere Zeit sogar, an warmem Ort gelegen, gewiss nicht fehlen. Auch lehren die angeführten Befunde, dass dieses Enzym nicht in jedem Pankreas enthalten ist, nicht nach dem Tode, als post mortale Erscheinung, in der Drüse auftritt. Ferner geht das Enzym leicht zu Grunde, besonders leicht dann, wenn das Pankreas oder der Extract sauer werden.

Die folgende Tabelle (Tab. III) enthält eine Uebersicht der Resultate von Analysen solcher Gase, welche bei der Verdauung im luftverdünnten, bezüglich luftleeren Raume, gewonnen wurden. Die Gasmengen sind auf 0 ° C. und 760 mm Quecksilberdruck reduciert.

Tabelle III.

Nummer der Versuche	Anordnung der Versuche	Untersuchte Gasmenge in cm³	CO_2 in cm³	H_2 in cm³	Verhältniss zwischen CO_2 %	Verhältniss zwischen H_2 %	Bemerkungen
1	200 cm³ Pankreasextract, 10 cm³ Oel	18·88	14·47	3·86	78·95	21·05	Pankreasextract mit Thymol erzeugt. Im ganzen nicht viel Gas
2	dasselbe	20·7	15·22	4·07	78·91	21·09	Derselbe
3	dasselbe	5·23	3·76	1·44	72·31	27·7	Derselbe
4	dasselbe	26·33	15·30	10·64	59·01	40·99	Frischer Pankreasextract mit Thymol gewonnen. Viel Gas
5	dasselbe	19·44	4·06	4·582	46·88	53·12	Derselbe. Viel Luft gerieth in das Verdauungsgefäss
6	200 cm³ Pankreasextract, 10 g Butter	25·35	12·2	12·4	49·56	50·44	Derselbe. Die Butter wurde zerlassen benützt
7	200 cm³ Glycerinextract, 10 cm³ Oel	15·1	2·20	0	—	—	Glycerinextract n. Grützner. Extraction dauerte einen Tag
8	dasselbe	4·99	3·188	0	—	—	Derselbe. Extraction dauerte 2 Tage
9	dasselbe	8·25	0·307	0	—	—	Derselbe. Extraction dauerte 3 Tage
10	100 g Pankreas, 100 cm³ Wasser, 0·2 g $HgCl_2$, 10 cm³ Oel	22·36	9·98	9·88	50·26	46·74	Frisches Pankreas

Nummer der Versuche	Anordnung der Versuche	Untersuchte Gasmenge in cm^3	CO_2 in cm^3	H_2 in cm^3	Verhältniss zwischen CO_2 %	Verhältniss zwischen H_2 %	Bemerkungen
11	150 g Pankreas, 150 cm^3 Wasser, 0·3 g $HgCl_2$	36·19	19·47	17·05	53·32	46·68	Frisches Pankreas
12	100 g Pankreas, 100 cm^3 Wasser, 0·2 g $HgCl_2$, 10 g Schweinefett	18·3	3·211	3·54	47·56	52·44	Frisches Pankreas. Viel Luft gerieth in das Verdauungsgefäss
13	100 g Pankreas, 100 cm^3 Wasser, 2 g Thymol	14·59	2·00	0	—	—	Noch warm aus dem Schlachthaus geholtes Pankreas
14	100 g Pankreas, 100 g Wasser, 2 g Thymol	21·36	8·86	0	—	—	Dasselbe über Nacht an kühlem Ort aufbewahrt
15	100 g Pankreas, 100 g Wasser, 0·2 g $HgCl_2$, 2·0 g $NaCl$	4·619	2·648	0	—	—	Das letztere Pankreas

Das auffallendste Ergebniss der in dieser Tabelle verzeichneten Versuche ist die Gegenwart von Hydrogen bei einem grossen Theil derselben, wobei ausdrücklich hervorzuheben ist, dass Methan absolut nicht, auch nicht in Spuren, nachzuweisen war.

Die Versuche 1—3 wurden mit ein und demselben Pankreasextract durchgeführt und bei denselben im Ganzen nicht viel Gas gefunden; bedeutend reicher war die Gasentwicklung in den Versuchen 4—6, zu welchen ein anderer Pankreasextract diente. Ausser Oel wurde zum Extract in einem Versuche ausgelassene Butter gegeben; ein wesentlicher Unterschied war aber bei der Gasentwicklung nicht zu beobachten.

Mit aus frischer Pankreas, nach GRÜTZNER mit Glycerin gewonnenem Extract, machte ich die Versuche 7—9, bei welchen 200 ccm Extract auf je 10 ccm Oel einwirkte. In allen drei Versuchen konnte ich nach 20 stündiger Verdauung wohl Kohlensäure, doch kein Hydrogen nachweisen. Die Gasentwicklung war überhaupt gering, und am dritten Tage konnte selbst Kohlensäure nur in höchst geringer Menge erhalten werden. Das Enzym befand sich also am zweiten Tage am reichlichsten im Extract und war am dritten Tage bereits zum grössten Theil aus demselben verschwunden.

Unter den Versuchen, welche ich mit Drüsensubstanz und Sublimat gemacht (Tab. III, Vers. 10—12), befindet sich auch ein solcher, bei welchem Schweinefett (Schmalz) der Verdauung ausgesetzt worden war (Vers. 12). Das Mengenverhältniss von Kohlensäure und Hydrogen weicht hier kaum merklich von jenem ab, welches ich bei der Verdauung der Butter in thymolisiertem Pankreas-extract (Vers. 6) fand, indem in beiden Fällen ziemlich gleiche Mengen beider Gase vorhanden waren.

Bei einigen Versuchen gelangte während der Verdauung Luft in das Gefäss, wel die Glashähne schlecht schlossen, so besonders in den Versuchen 5, 7, 9, 12—15, doch änderte dieser Umstand nicht merklich den Verlauf der Gasentwicklung, da wir Kohlensäure und Hydrogen in dem während der Verdauung frei gewordenen Gas sowoht bei Gegenwart von Luft, also Oxygen (Vers. 5, 12), wie auch bei nahezu totalem Mangel des letzteren (Vers. 1—4, 6, 10) vorfinden.

Das Mengenverhältniss zwischen Kohlensäure und Hydrogen ist sehr verschieden und entspricht dem bei der Buttersäuregährung nicht (3 CO_2 : 4 H_2). Wie sich der Vorgang hier überhaupt von dem bei der Buttersäuregährung auch darin wesentlich unterscheidet, dass, während die letztere bei Gegenwart des Sauerstoffs stillsteht, die Fettspaltung zu Folge des Pankreasenzyms bei Gegenwart des Sauerstoffs nur so vor sich geht wie bei Mangel desselben. Die Art der Fettspaltung lässt sich aus den Resultaten der Tabelle III nicht erschliessen, da das Verhältniss der Kohlensäure zum Hydrogen kein constantes is. Bei mässiger Gasentwicklung (Vers. 1—3) enthielt das producierte Gas verhältnissmässig viel

mehr Kohlensäure als Hydrogen, während bei starker Gasentwicklung deren Mengen nahe gleich waren. Doch auch in den letzteren Fällen war bald etwas mehr Kohlensäure (Vers. 4, 10, 11), bald mehr Hydrogen (Vers. 5, 6, 12) vorhanden. Schliesslich fehlte in Versuchen, bei welchen die Gasentwicklung eine sehr geringe war, das Hydrogen ganz (Vers. 7—9, 13—15). Es muss also das Hydrogen, während es frei wird, auch wieder chemisch gebunden werden, und die Menge des auf diese Weise verschwindenden Wasserstoffs muss relativ zur gebildeten Kohlensäure grösser sein bei geringer, als bei starker Gasentwicklung. Vielleicht dass ungesättigte Fettsäuren, oder andere organische Verbindungen, eventuell das relativ zu anderen Enzymen sehr bald verschwindende Enzym selbst, das Hydrogen in statu nascenti binden. Um in diesen Vorgang eine genauere Einsicht zu gewinnen, wäre es nöthig, das Enzym isoliert zur Verdauung zu benützen. Allein dies stösst vor der Hand auf unüberwindliche Schwierigkeiten, da das Enzym sehr vergänglich ist und aus der Lösung nicht nur beim Ansäuern derselben (Tab. II, Vers. 2), sondern auch sonst binnen wenigen Tagen verschwindet.

Da das Glycerin mit dem Enzym keine Gase liefert, so dürften es die Säureradicale sein, die, während das Fett zerfällt, so weit gespalten werden, dass hierbei Kohlensäure und Hydrogen frei werden. Freilich geschieht dies nur so lange, bis die Säuren nicht in solcher Menge in der Verdauungsflüssigkeit auftreten, dass hiedurch die Enzymwirkung selbst gehemmt wird.

Den Veränderungen, welche die Nährstoffe bei der Verdauung erleiden, sind auch jene Veränderungen gleich, welche dieselben in der Hitze durchmachen. So werden Eiweisse in überhitztem Wasserdampf ebenfalls zu Albuminosen und Peptonen, und diese zerfallen schliesslich in die gewöhnlichen Amidosäuren. Stärke wird durch Behandlung mit siedendem Wasser oder durch Kochen in verdünnten Mineralsäuren zu Dextrin und Zucker umgeändert und von der Ameisensäure ist ebenso bekannt, dass dieselbe, auf 160 ° erhitzt, in Kohlensäure und Hydrogen zerfällt. während die höheren, bei gewöhnlicher Temperatur festen Fettsäuren sich bei der Destillation oder im überhitzten Wasserdampfe ebenfalls zersetzen; vielleicht ist die Wirkung des Fettenzyms

diesen letzteren gleich. Auf jeden Fall lässt sich aus den mitgetheilten Versuchen mit grosser Wahrscheinlichkeit schliessen, dass auch die Verdauung der Fette nicht allein in der Spaltung zu Fettsäure und Glycerin und in der Bildung von Seifen besteht, sondern dass dieselbe ein viel weiter reichender Vorgang ist, bei welchem als Endproducte schliesslich auch Kohlensäure und Hydrogen entstehen. Die Erscheinung erinnert an die Wirkung des Trypsins auf Eiweiss, deren primäre Producte Albuminose und Peptone sind, die aber bei anhaltender Einwirkung theilweise weiter in Leucin, Tyrosin und Glutaminsäure zerfallen. Wie Eiweisse, so werden auch Fette bei der Verdauung weiter gespalten, als dies der Verwerthung derselben im Organismus dienlich erscheint.

5.

ÜBER DIE REDUCTION DER DIFFUSIONS-GLEICHUNGEN VON KIRCHHOFF.

Von Prof. JULIUS FARKAS an d. Univ. Kolozsvár (Klausenburg).

Vorgelegt der Akademie in der Sitzung vom 18. April 1898.

Auszug aus «Mathem. és Természettud. Értesítő» (Mathematischer und Naturwissenschaftl. Anzeiger der Akademie, Bd. XVI. pp. 201—217. 1898).

KIRCHHOFF leitete für die freie Diffusion zweier Gase folgende Gleichungen aus seiner kinetichen Gas-Theorie ab (Vorlesungen, Theorie der Wärme, 1894. S. 197, 198):

$$\mu_1 X = \mu_1 \frac{du_1}{d_1 t} - \varkappa\mu_1\mu_2(u_2 - u_1) + \frac{\partial p_1}{\partial x}$$

$$\mu_1 Y = \mu_1 \frac{dv_1}{d_1 t} - \varkappa\mu_1\mu_2(v_2 - v_1) + \frac{\partial p_1}{\partial y} \qquad (1)$$

$$\mu_1 Z = \mu_1 \frac{dw_1}{d_1 t} - \varkappa\mu_1\mu_2(w_2 - w_1) + \frac{\partial p_1}{\partial z}$$

$$\mu_2 X = \mu_2 \frac{du_2}{d_2 t} - \varkappa\mu_2\mu_1(u_1 - u_2) + \frac{\partial p_2}{\partial x}$$

$$\mu_2 Y = \mu_2 \frac{dv_2}{d_2 t} - \varkappa\mu_2\mu_1(v_1 - v_2) + \frac{\partial p_2}{\partial y} \qquad (2)$$

$$\mu_2 Z = \mu_2 \frac{dw_2}{d_2 t} - \varkappa\mu_2\mu_1(w_1 - w_2) + \frac{\partial p_2}{\partial z}$$

$$\frac{\partial \mu_1}{\partial t} + \frac{\partial \mu_1 u_1}{\partial x} + \frac{\partial \mu_1 v_1}{\partial y} + \frac{\partial \mu_1 w_1}{\partial z} = 0 \qquad (3)$$

$$\frac{\partial \mu_2}{\partial t} + \frac{\partial \mu_2 u_2}{\partial x} + \frac{\partial \mu_2 v_2}{\partial y} + \frac{\partial \mu_2 w_2}{\partial z} = 0 \qquad (4)$$

wo μ_1 und μ_2 die Dichtigkeit der zwei Gase, p_1 und p_2 ihre Spannung, $(u_1 v_1 w_1)$ und $(u_2 v_2 w_2)$ ihre Geschwindigkeit, (XYZ) die als in denselben identisch vorausgesetzte freie Beschleunigung: im Orte x, y, z und im Momente t; $\varkappa$ einen sehr grossen positiven Coefficienten (Function der Dichtigkeiten und der Spannungen) und

$$\frac{d}{d_1 t} \equiv \frac{\partial}{\partial t} + u_1 \frac{\partial}{\partial x} + v_1 \frac{\partial}{\partial y} + w_1 \frac{\partial}{\partial z} \qquad (1)'$$

$$\frac{d}{d_2 t} \equiv \frac{\partial}{\partial t} + u_2 \frac{\partial}{\partial y} + v_2 \frac{\partial}{\partial y} + w_2 \frac{\partial}{\partial z}. \qquad (2)'$$

Ich setze Folgendes voraus: 1. Am Anfang sind beide Gase im Zustand der Ruhe, haben gleichmässige und gleiche Temperatur, übereinstimmende Spannung und das weniger dichte ist ganz oberhalb des dichteren. 2. Das Zusammenlassen der Gase geschieht durch eine horizontale Öffnung und in der Umgebung ist während der Diffusion die Temperatur gleichmässig und constant. 3. Dass nur die freie Beschleunigung der Schwere in Betracht zu ziehen ist.

Besonders habe ich die Absicht hier zu zeigen, dass die zwei Spannungen (p_1 und p_2) unter diesen Bedingungen mit grosser Annäherung denselben Differential-Gleichungen genügen, wie unter den üblichen — auch von KIRCHHOFF befolgten — beschränkteren Bedingungen, wobei nämlich keine freie Beschleunigung zugelassen wird und dass sich den hier gegebenen Bedingungen noch diejenige anschliesst, dass sich die zwei Gase in einem verticalen cylindrischen Gefässe befinden, am Anfang durch eine sehr dünne horizontale Platte getrennt sind und diese Trennung beim Zusammenlassen der Gase im ganzen Querschnitt des Cylinders auf einmal ohne störende Wirkung verschwindet.

Das Experiment und die Theorie treffen sich in der Gleichung der Spannungen. Aber eine derartige Beschränkung der Gefässform verursacht experimentelle Schwierigkeiten, besonders die genügende Ermöglichung eines momentanen Contactes der zwei Gase auf der ganzen Fläche des Cylinder-Querschnittes.*

---

* OBERMAYER: Sitzungsber. der Ak. der Wiss. Wien, LXXXI. Bd. II. Abth. 1880. (p. 1104.).

Ausserdem ist desshalb, weil die Diffusion überall durch einen vollständigen Cylinder-Querschnitt stattfindet, dieselbe nicht so langsam, dass gewisse Rechnungs-Vernachlässigungen nicht unterhalb des Pünktlichkeitsgrades der Messung bleiben würden. Da es aus dem Folgenden hervorgehen wird, dass die Form des Gefässes indifferent ist für die Gleichungen, welche das Experiment und die Theorie zu einander in Beziehung bringen, so wird das Erstere sicherer und ausserdem auch abwechselnder zu machen sein, vom Gesichtspunkte der Theorie.

Jene beschränkende Voraussetzung, dass keine freie Beschleunigung vorhanden ist, bedeutet eigentlich bei der Beziehung des Experimentes zur Theorie eine Vernachlässigung und ist mit derjenigen Supposition äquivalent, dass in den Gleichungen (1) und (2) $\mu_1 X, \mu_2 X$, u. s. w. ohne Belang vorkommen. Doch können diese Gleichungen in dreifacher Weise so zu neuen linearen Gleichungen combiniert werden dass man von den neuen schon nicht behaupten kann, dass die freie Beschleunigung in denselben ohne Schaden vernachlässigt werden könnte; sobald ein Parameter nicht genügt zur Characterisierung der Abhängigkeit von dem Orte, so geschieht schon diese Vernachlässigung auf Kosten der Folgerungen. Die Addition der entsprechenden Gleichungen unter (1) und (2) führt uns zu diesen neuen Gleichungen aus dem Grunde, weil bei der Addition die Glieder mit dem sehr grossen Coefficienten $\varkappa$ wegfallen. Zur grösseren Vollständigkeit der Behandlung ist auch noch nothwendig, dass wir aus den neuen Gleichungen, die ersten Glieder der rechten Seite von (1) und (2) nicht vollständig weglassen dürfen, wie es KIRCHHOFF that, sondern nur im Sinne von (1)′ und (2)′ die unendlich kleinen Theile höherer Ordnung vernachlässigen. Im vorliegenden Auszug werden wir aber von dieser Ergänzung absehen.

I. Nachdem am Anfange das dichtere Gas ganz unterhalb ist, die Temperaturen der zwei Gase gleichmässig und gleich sind, ihre Spannungen übereinstimmen und ihre Communication längst einer horizontalen Öffnung beginnt, so wird die Diffusion sehr langsam stattfinden. Besonders wird fortwährend und überall die Bewegung sehr langsam sein, wenn dass Gefäss stellenweise sich verengt und wenn die Scheidungsstelle vor Beginn der Vermen-

220849

gung sich in Verengung befand. In diesem Falle kann mit verlässlicher Sicherheit ein gewöhnlicher Hahn mit T-Bohrung das Scheidungsmittel sein, dessen Bohrung vor der Vereinigung mit einem der Gase in beständiger Communication war.

So wie KIRCHHOFF, wollen wir auch an der rechten Seite von (1) und (2) die ersten Glieder weglassen. Dem entsprechend schreiben wir statt (1) und (2):

$$\begin{aligned}
\mu_1 X + \varkappa\mu_1\mu_2(u_2 - u_1) &= \frac{\partial p_1}{\partial x} \\
\mu_1 Y + \varkappa\mu_1\mu_2(v_2 - v_1) &= \frac{\partial p_1}{\partial y} \qquad (5) \\
\mu_1 Z + \varkappa\mu_1\mu_2(w_2 - w_1) &= \frac{\partial p_1}{\partial z} \\
\mu_2 X + \varkappa\mu_2\mu_1(u_1 - u_2) &= \frac{\partial p_2}{\partial x} \\
\mu_2 Y + \varkappa\mu_2\mu_1(v_1 - v_2) &= \frac{\partial p_2}{\partial y} \qquad (6) \\
\mu_2 Z + \varkappa\mu_2\mu_1(w_1 - w_2) &= \frac{\partial p_2}{\partial z}.
\end{aligned}$$

Dem schliessen sich noch (3) und (4) und die hieher gehörenden Wärme-Gleichungen an. Nachdem vor Beginn der Diffusion die Temperatur der zwei Gase gleichmässig und gleich war und in der Umgebung des Gefässes die Temperatur gleichmässig und constant ist, die Gas-Bewegung aber eine sehr langsame ist, so wird mit grosser Annäherung der Vorgang ein isothermischer sein. Man kann also mit grosser Annäherung setzen:

$$p_1 = n_1\mu_1, \quad p_2 = n_2\mu_2 \qquad (7)$$

mit der Bedingung, dass n_1 und n_2 bei der herrschender Temperatur die bezüglichen charakteristischen Constanten der Gase, sowohl vom Orte, als auch von der Zeit unabhängig sind. Es wird auch noch zu berücksichtigen sein, dass n_1 und n_2 sehr gross sind, insoferne $\sqrt{n_1}$ und $\sqrt{n_2}$ grosse Geschwindigkeiten sind, derartig grosse, wie in den betreffenden Gasen die Schall-Geschwindigkeiten.

Aus (3), (4), (5), (6) kann man nach folgenden Vorgängen neue Gleichungs-Systeme bilden: die Gleichungen (5) werden mit dem Divisor n_1 die (6) mit dem Divisor n_2, beziehungsweise addiert, ein anderesmal einfach addiert; ferner werden die Gleichungen (3) und (4) mit den Multiplicatoren n_1 und n_2 addiert, dann auch einfach addiert. Auf diese Weise gelangen wir zu acht solchen Gleichungen, deren System äquivalent ist mit dem System der acht Original-Gleichungen, weil umgekehrt aus jenen diese folgen. Bevor wir aber diese Operationen verrichten, wird es zweckmässig sein, schon im Vorhinein gewisse neue Veränderliche einzuführen.

II. Die gesammte Dichtigkeit bezeichne μ, die gesammte Spannung p, im x, y, z im Zeit-Momente t:

$$\mu_1 + \mu_2 = \mu \tag{8}$$

$$p_1 + p_2 = p. \tag{9}$$

schreiben wir ferner

$$\begin{aligned} p_1u_1 + p_2u_2 &= pu \\ p_1v_1 + p_2v_2 &= pv \\ p_1w_1 + p_2w_2 &= pw. \end{aligned} \tag{10}$$

Im Sinne von (7) ist auch

$$n_2p_1 + n_1p_2 = n_1n_2\mu \tag{8}'$$

$$n_1\mu_1 + n_2\mu_2 = p \tag{9}'$$

$$\begin{aligned} n_1\mu_1u_1 + n_2\mu_2u_2 &= pu \\ n_1\mu_1v_1 + n_2\mu_2v_2 &= pv \\ n_1\mu_1w_1 + n_2\mu_2w_2 &= pw. \end{aligned} \tag{10}'$$

Aus (8) und (9)′ folgt

$$\mu_1 = \frac{n_2\mu - p}{n_2 - n_1}, \quad \mu_2 = \frac{n_1\mu - p}{n_1 - n_2}. \tag{11}$$

aus (9) und (8)′ oder (7) und (11) aber

$$p_1 = n_1\frac{n_2\mu - p}{n_2 - n_1}, \quad p_2 = n_2\frac{n_1\mu - p}{n_1 - n_2}. \tag{12}$$

Jetzt wenden wir uns zu den im vorgehenden I. angemeldeten Operationen. In den durch die erste Operation entstehenden Gleichungen befinden sich die mit dem sehr grossen x multiplizierten Glieder, also können aus diesen Gleichungen die übrigen Glieder der linken Seite weggelassen werden, welchen entsprechend:

$$x\mu_1\mu_2(n_2-n_1)(u_2-u_1) = n_1n_2\frac{\partial\mu}{\partial x}$$

$$x\mu_1\mu_2(n_2-n_1)(v_2-v_1) = n_1n_2\frac{\partial\mu}{\partial y}$$

$$x\mu_1\mu_2(n_2-n_1)(w_2-w_1) = n_1n_2\frac{\partial\mu}{\partial z}.$$

Aber es ist

$$\mu_1\mu_2(n_2-n_1)(u_2-u_1)$$

$$= \mu_1\frac{n_2-n_1}{n_2}(n_2\mu_2u_2-n_2\mu_2u_1),$$

also laut (10)'

$$= \mu_1\frac{n_2-n_1}{n_2}[pu-(n_1\mu_1+n_2\mu_2)u_1]$$

und daher auch nach (9)'

$$= \mu_1\frac{n_2-n_1}{n_2}p(u-u_1)$$

und in ähnlicher Weise kann man finden, dass auch

$$= \mu_2\frac{n_1-n_2}{n_1}p(u-u_2).$$

Wir haben daher als Resultate der ersten oben angezeigten Operation die Gleichungen;

$$x(n_2-n_1)p\mu_1(u-u_1) = n_1n_2^2\frac{\partial\mu}{\partial x}$$

$$x(n_2-n_1)p\mu_1(v-v_1) = n_1n_2^2\frac{\partial\mu}{\partial y} \qquad (13)'_1$$

$$x(n_2-n_1)p\mu_1(w-w_1) = n_1n_2^2\frac{\partial\mu}{\partial z}$$

$$\begin{aligned} \varkappa(n_1-n_2)p\mu_2(u-u_2) &= n_2n_1^2\frac{\partial\mu}{\partial x} \\ \varkappa(n_1-n_2)p\mu_2(v-v_2) &= n_2n_1^2\frac{\partial\mu}{\partial y} \qquad (13)'_2 \\ \varkappa(n_1-n_2)p\mu_2(w-w_2) &= n_2n_1^2\frac{\partial\mu}{\partial z}. \end{aligned}$$

Diese Gleichungen dienen dazu, dass durch sie die zwei Bewegungs-Geschwindigkeiten $(u_1v_1w_1)$ und $(u_2v_2w_2)$ mittelst den Veränderlichen μ, p, u, v, w ausgedrückt werden. Und zwar mit Rücksicht auf (11).

$$\begin{aligned} u_1 &= u - \frac{n_2}{n_2\mu-p}\frac{n_1n_2}{\varkappa p}\frac{\partial\mu}{\partial x} \\ v_1 &= v - \frac{n_2}{n_2\mu-p}\frac{n_1n_2}{\varkappa p}\frac{\partial\mu}{\partial y} \qquad (13)''_1 \\ w_1 &= w - \frac{n_2}{n_2\mu-p}\frac{n_1n_2}{\varkappa p}\frac{\partial\mu}{\partial z} \\ u_2 &= u - \frac{n_1}{n_1\mu-p}\frac{n_1n_2}{\varkappa p}\frac{\partial\mu}{\partial x} \\ v_2 &= v - \frac{n_1}{n_1\mu-p}\frac{n_1n_2}{\varkappa p}\frac{\partial\mu}{\partial y} \qquad (13)''_2 \\ w_2 &= w - \frac{n_1}{n_1\mu-p}\frac{n_1n_2}{\varkappa p}\frac{\partial\mu}{\partial z}. \end{aligned}$$

Auf diese Weise drücken (11), (12), $(13)''_1$, $(13)''_2$ die alten zehn Veränderlichen μ_1, μ_2; p_1, p_2; u_1, v_1, w_1 und u_2, v_2, w_2 durch die fünf neuen μ, p und u, v, w aus. Die übrigen am Schlusse von I. angedeuteten Operationen lassen uns zu fünf Gleichungen für die fünf neuen Veränderlichen gelangen.

Es möge noch bemerkt sein, um es im Folgenden benützen zu können, dass aus den Gleichungen $(13)'_1$ und $(13)'_2$ durch Subtraction im Sinne von (8) die Gleichungen:

$$\begin{aligned} \mu_1u_1 + \mu_2u_2 &= \mu u - \frac{n_1n_2}{\varkappa p}\frac{\partial\mu}{\partial x} \\ \mu_1v + \mu_2v_2 &= \mu v - \frac{n_1n_2}{\varkappa p}\frac{\partial\mu}{\partial y} \qquad (13) \\ \mu_1w_1 + \mu_2w_2 &= \mu w - \frac{n_1n_2}{\varkappa p}\frac{\partial\mu}{\partial z} \end{aligned}$$

folgen.

III. Diesmal sollen diejenigen Gleichungen abgeleitet werden, welche die fünf neuen Veränderlichen: μ, p und u, v, w betreffen. Die am Schlusse von I. angezeigten und noch übrig gebliebenen drei Operationen führen zu denselben.

Aus der zweiten Operation folgt, wenn (8) und (9) in Betracht gezogen wird

$$\mu X = \frac{\partial p}{\partial x}, \quad \mu Y = \frac{\partial p}{\partial y}, \quad \mu Z = \frac{\partial p}{\partial z} \tag{14}$$

Aus der dritten Operation folgt mit Benützung von (9)' und (10)':

$$\frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial pu}{\partial x} + \frac{\partial pv}{\partial y} + \frac{\partial pw}{\partial z} = 0. \tag{15}$$

Endlich aus der vierten Operation auf Grund von (13):

$$\frac{\partial \mu}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}\left(\mu u - \frac{n_1 n_2}{\varkappa p}\frac{\partial \mu}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(\mu v - \frac{n_1 n_2}{\varkappa p}\frac{\partial \mu}{\partial y}\right) + \\ + \frac{\partial}{\partial z}\left(\mu w - \frac{n_1 n_2}{\varkappa p}\frac{\partial \mu}{\partial z}\right) = 0. \tag{16}$$

Die unter (14), (15), (16) befindlichen fünf Gleichungen dienen zur Bestimmung unserer fünf Veränderlichen μ, p und u, v, w, welche fünf Veränderliche in (11), (12) und in $(13)_1''$, $(13)_2''$ unmittelbar ausdrücken, die zehn alten Veränderlichen μ_1, μ_2, p_1, p_2 und $u_1, v_1, w_1; u_2, v_2, w_2$ der zehn Original-Gleichungen (3), (4), (5), (6), (7).

Der wiederholt vorkommende Factor

$$\frac{n_1 n_2}{\varkappa p} = \frac{1}{\varkappa}\frac{\mu_1 \mu_2}{p_1 p_2}\frac{1}{p}$$

ist der sogenannte Diffusions-Coefficient. Er wird gewöhnlich als constant betrachtet. Wenn er es auch nicht ist, so kann man mit Gewissheit sagen*, dass er sich sowohl mit dem Orte, wie auch mit der Zeit wenig ändert. Es bezeichne von nun an der Buchstabe k:

* WINKELMANN: Handbuch der Physik I. p. 644.

$$\frac{n_1 n_2}{xp} = k. \tag{17}$$

$$\frac{1}{k}\frac{\partial k}{\partial t}, \quad \frac{1}{k}\frac{\partial k}{\partial x}, \quad \frac{1}{k}\frac{\partial k}{\partial y}, \quad \frac{1}{k}\frac{\partial k}{\partial z} \tag{17'}$$

sind stets kleine Grössen.

IV. In der Voraussetzung, dass nur die freie Beschleunigung der Gravitation Einfluss übt, stellen wir die z Axe vertikal abwärts. Wenn g die Grösse der Gravitations-Beschleunigung bezeichnet, so wird jetzt stets und überall

$$X = 0, \quad Y = 0, \quad Z = g.$$

sein

Jetzt lauten daher die Gleichungen (14) wie folgt:

$$\frac{\partial p}{\partial x} = 0, \quad \frac{\partial p}{\partial y} = 0, \quad \frac{\partial p}{\partial z} = \mu g \tag{18}$$

So hängt p vom Orte bloss durch die Coordinate z ab, und infolge dessen auch μ.* Aus diesem Grunde sind die Ableitungen nach x und y in (17)′ besonders klein.

V. Nachdem dies alles in Bezug auf die Gleichungen (14) begründet ist, wenden wir uns zu den Gleichungen (15) und (16).

Benützend die Bezeichnung

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = \theta \tag{19}$$

und auch die unter (17) befindliche, ferner in Betracht gezogen, dass im Sinne von IV. p und μ von x und y unabhängig ist, können wir die Gleichungen (15) und (16) also schreiben:

$$\frac{\partial p}{\partial z} w + p\theta + \frac{\partial p}{\partial t} = 0 \tag{20}$$

$$\frac{\partial \mu}{\partial z} w + \mu\theta + \frac{\partial \mu}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z}\left(k \frac{\partial \mu}{\partial z}\right). \tag{21}$$

* Zugleich daher im Sinne von (11) und (12) auch die Dichtigkeiten μ_1, μ_2, und die Spannungen p_1, p_2. (Die verticale Bewegung ist daher so langsam, dass durch horizontale Bewegung die Dichtigkeiten und die Spannungen in den horizontalen Querschnitten einander mit grosser Annäherung fortwährend ausgleichen.)

Jetzt werde ich beweisen, dass die zwei ersten Glieder links in (21) ohne Belang sind. Das zu beweisen ist jetzt noch unsere Hauptaufgabe.

a) Wir differenzieren die Gleichung (20) nach z. Zieht man dann die dritte Gleichung unter (18) in Betracht, so erhält man:

$$\frac{\partial w}{\partial z} + \frac{p}{g\mu}\frac{\partial \theta}{\partial z} + \frac{1}{\mu}\frac{\partial \mu}{\partial z} w + \theta + \frac{1}{\mu}\frac{\partial \mu}{\partial t} = 0. \qquad (22)$$

Das letzte Glied

$$\frac{1}{\mu}\frac{\partial \mu}{\partial t} = \frac{1}{\mu_1 + \mu_2}\left(\frac{\partial \mu_1}{\partial t} + \frac{\partial \mu_2}{\partial t}\right)$$

ist jedenfalls ein unendlich Kleines von sovieltem Grade, wie

$$\frac{1}{\mu_1}\frac{\partial \mu_1}{\partial t} \text{ und } \frac{1}{\mu_2}\frac{\partial \mu_2}{\partial t},$$

weder von höherem, noch von niederem Grade. Nach (3) und (4) ist es daher * ein unendlich Kleines von so vieltem Grade, als die Bewegungs-Geschwindigkeiten $(u_1 v_1 w_1)$ und $(u_2 v_2 w_2)$. Laut der Bedeutung von u, v, w ist aber das erste, dritte und vierte Glied wenigstens ein unendlich Kleines vom so vieltem Grade,** als die Bewegungs-Geschwindigkeiten. So ist daher das zurückgebliebene Glied

$$\frac{p}{g\mu}\frac{\partial \theta}{\partial z}$$

wenigstens ein unendlich Kleines von so vieltem Grade, als die Bewegungs-Geschwindigkeiten. Aber $p : \mu$ ist das Quadrat einer grossen Geschwindigkeit (IV.).

So ist

$$\frac{\partial \theta}{\partial z}$$

ein unendlich Kleines von höherer Ordnung, wie die Bewegungs-

---

* Was seinen Zahlenwerth anbelangt (d. h. Multipliziert mit der Längeneinheit).

** Was seinen Zahlenwerth anbelangt (d. h. Multipliziert mit der Flächeneinheit).

Geschwindigkeiten, daher ist θ bei grosser Annäherung unabhängig von der Coordinate z.

b) Daraus folgt mit Hilfe von (20), dass auch θ ein unendlich Kleines von höherer Ordnung ist, wie die Bewegungs-Geschwindigkeiten. Nämlich laut den Gleichungen (20) und (18) ist

$$\frac{g\mu}{p}w + \theta + \frac{1}{p}\frac{\partial p}{\partial t} = 0. \qquad (20)'$$

Setzen wir voraus, dass θ kein unendlich Kleines von höherer Ordnung ist, wie die Bewegungs-Geschwindigkeiten. Da kann das erste Glied in (20)' weggelassen werden, da w wenigstens ein unendlich Kleines von sovielter Ordnung ist, als die Bewegungs-Geschwindigkeiten und $p : \mu$ ist das Quadrat einer grossen Geschwindigkeit. Wir haben also

$$\frac{1}{p}\frac{\partial p}{\partial t} + \theta = 0.$$

Da θ bei grosser Annäherung *a)* nur die Function von x, y, t ist, p aber nur die Function von z und t ist, so folgt aus dieser Gleichung, dass deren zwei Glieder nur von t abhängen in jener Supposition, dass θ kein unendlich Kleines von höherer Ordnung ist, wie die Bewegungs-Geschwindigkeiten. Nach diesem ein Raumelement des Gefässes mit $D\tau$ bezeichnend kann

$$\int \theta D\tau = \theta \int D\tau \qquad (23)$$

bei grosser Annäherung gesetzt werden. Wenn wir aber die Integration auf das ganze Volumen des Gefässes erstrecken, ein Element der Oberfläche dieses Volumens mit $D\sigma$ bezeichnen und die Richtungs-Cosinuse der nach Aussen zeigenden Normale α, β, γ sind, so wird (19) in Betracht gezogen

$$\int \theta D\tau = \int (\alpha u + \beta v + \gamma w)\, D\sigma.$$

Nach der Bedeutung von u, v, w in (10) ist:

$$p(\alpha u + \beta v + \gamma w) =$$
$$= p_1(\alpha u_1 + \beta v_1 + \gamma w_1) + p_2(\alpha u_2 + \beta v_2 + \gamma w_2).$$

Hier sind die in der zweiten Zeile in Klammern befindlichen Grössen, die Componenten längs der Normale der zwei Bewegungs-Geschwindigkeiten, also ist der Werth jeder derselben $=0$. Folglich ist

$$\int \theta D\tau = 0$$

und nach (23) wird mit einer grossen Annäherung mit einer grösseren, wie die Kleinheits-Ordnung der Bewegungs-Beschleunigungen ist: $\theta=0$, im Widerspruche mit derjenigen unserer Voraussetzung, dass θ kein unendlich Kleines von höher Ordnung ist, wie die Bewegungs-Geschwindigkeiten.

c) Nachdem θ ein unendlich Kleines von höherer Ordnung ist, wie die Bewegungs-Geschwindigkeiten, hingegen $\frac{1}{\mu}\frac{\partial \mu}{\partial t}$ ein unendlich Kleines von derselben Ordnung *a)*, so kann man das zweite Glied links in (21) weglassen. Ist dies geschehen, so folgt aus dem Umstande, dass μ und k als von den Coordinaten x, y unabhängig erscheinen (IV), dass auch die Abhängigkeit des w von den Coordinaten, x, y ausser Acht gelassen werden kann. Daraus folgt aber, dass auch w ein unendlich Kleines von höherer Ordnung ist, wie die Geschwindigkeiten.

Da nämlich mit einer Annäherung von höherer Ordnung wie die Ordnung der Bewegungs-Geschwindigkeiten $\theta = 0$ *b)* dass heisst (24):

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0.$$

so multiplizieren wir diese Gleichung mit dem Raumelemente $D\tau$ und mit einer Funktion ψ, die nur von z und t abhängt, und dessen Ableitung nach z überall stets mit w zugleich positiv oder negativ ist. Mit einer auf den Inhalt des Gefässes sich erstreckenden partiellen Integration

$$\int \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} \right) \psi D\tau = -\int w \frac{\partial \psi}{\partial z} D\tau = 0,$$

denn wie wir gesehen haben, ist auf der Oberfläche

$$\alpha u + \beta v + \gamma w = 0.$$

Nachdem $\frac{\partial \psi}{\partial z}$ nicht unendlich klein zu sein braucht, so ist w ein unendlich Kleines der zweiten Ordnung, also kann $w = 0$ gesetzt werden.

VI. Nach diesem kann die Gleichung (21) so geschrieben werden

$$\frac{\partial \mu}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z}\left(k \frac{\partial \mu}{\partial z}\right) \tag{24}$$

und nach (20) ist

$$\frac{1}{p}\frac{\partial p}{\partial t} = -\left(\frac{1}{p}\frac{\partial \mu}{\partial z} w + \theta\right) \tag{25}$$

ein unendlich Kleines höherer Ordnung, wie die Bewegungs-Geschwindigkeiten.

Es ist leicht aus der Gleichung (24) die Gleichungen der einzelnen Gas-Spannungen abzuleiten. Es wird nach (12)

$$\frac{\partial p_1}{\partial t} = \frac{n_1}{n_2 - n_1}\left(n_2 \frac{\partial \mu}{\partial t} - \frac{\partial p}{\partial t}\right)$$

$$\frac{\partial p_1}{\partial z} = \frac{n_1}{n_2 - n_1}\left(n_2 \frac{\partial \mu}{\partial z} - \frac{\partial p}{\partial z}\right)$$

d. h. wenn in der zweiten Gleichung auch (18) in Betracht gezogen wird:

$$\frac{\partial p_1}{\partial t} = \frac{n_1 n_2 \mu}{n_2 - n_1}\left(\frac{1}{\mu}\frac{\partial \mu}{\partial t} - \frac{1}{n_2 \mu}\frac{\partial p}{\partial t}\right)$$

$$\frac{\partial p_1}{\partial z} = \frac{n_1 n_2 \mu}{n_2 - n_1}\left(\frac{1}{\mu}\frac{\partial \mu}{\partial z} - \frac{g}{n_2}\right).$$

Nachdem $n_2 \mu$ eine Quantität von derselben Ordnung, wie p, $\frac{1}{p}\frac{\partial p}{\partial t}$ aber ein unendlich Kleines von höherer Ordnung ist (25), wie die Bewegungs-Geschwindigkeiten; nachdem ferner n_2 das Quadrat einer grossen Geschwindigkeit ist: so können die zweiten Glieder rechts vernachlässigt und

$$\frac{\partial p_1}{\partial t} = \frac{n_1 n_2}{n_2 - n_1}\frac{\partial \mu}{\partial t}$$

$$\frac{\partial p_1}{\partial z} = \frac{n_1 n_2}{n_2 - n_1}\frac{\partial \mu}{\partial z}$$

geschrieben werden. Daraus und aus (24) folgt, dass

$$\frac{\partial p_1}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z}\left(k \frac{\partial p_1}{\partial z}\right)$$

und es kommt auch dieselbe Gleichung der Spannung p_2 zu mit einer Annäherung von höherer Ordnung, wie die Ord der unendlich kleinen Bewegungs-Geschwindigkeiten ist.

Bei einer ziemlich guten Annäherung, wie bei Kirc (bei ihm in Bezug auf ein Gefäss mit senkrechten Seitenwä

$$\frac{\partial p_1}{\partial t} = k \frac{\partial^2 p_1}{\partial z^2}.$$

6.

ERGÄNZUNGEN ZUR VEKTOREN-LEHRE UND ZUR LEHRE DES ELEKTRO-MAGNETISMUS.

Von Prof. JULIUS FARKAS an d. Univ. Kolozsvár (Klausenburg).

Vorgelegt der ung. Akademie in der Sitzung vom 17. October 1898.

Aus «Mathematikai és Természettudományi Értesítő» (Mathematischer und Naturwissenschaftlicher Anzeiger.) Bd. XVI. pp. 321—360. 1898.

INHALTSVERZEICHNISS.

I. 1. Über diejenigen parametrischen Ausdrücke der Vektoren, in welchen die Parameter ein Skalar-Potenzial und ein Vektor-Potential sind. 2. Gewisse Eigenschaften der Funktion des Ortes, als Bedingungen ihrer Einwerthigkeit. 3. Der STOKES'sche Integral-Satz; die analytische Begründung gewisser Gültigkeits-Bedingungen davon. 4. Von denjenigen parametrischen Ausdrücken der Vektoren, in welchen die Parameter zwei Skalar-Potentiale und ein Multiplikator sind: die Bestimmung der Beliebigkeits-Grenze dieser Parameter. 5. Die Angabe einer funktionalen Beschränkung derselben Parameter. 6. Eine Unendlichkeits-Eigenschaft der Funktion des Ortes, als der Funktion von zwei anderen Funktionen.

II. 1. Die auf die Variablen der MAXWELL-HEAVISIDE'schen Gleichungen (elektrische und magnetische Kraft) sich erstreckende funktionalen Eigenschaften. 2. Das funktionale Verhältniss der elektrischen und magnetischen Kraft in den Gleichungen im Falle von isotropen und ruhenden Mitteln. 3. Dasselbe im Falle von krystallinischen und sich bewegenden Mitteln. 4. Dasselbe mit Rücksichtnahme des HALL'schen Phänomens. 5. Die Bestimmung der von dem permanenten Magnetismus herrührenden magnetischen Kraft.

III. 1. Einführung eines allgemeinen Principes, welches zum Ausdrucke der localen elektromotorischen Kraft und der localen Induktion geführt hat. 2. Eine vollständigere Ausnützung dieses Principes. 3. Beweis dessen, dass dieser vollständigere Vorgang zu der erfahrungsmässigen Ergänzung der MAXWELL-HEAVISIDE'schen Gleichungen führt. 4. Bemerkung zur Aufstellung der elektro-magnetischen Gleichungen der bewegten Mittel.

I. Zur Vektoren-Lehre.

Seit CLEBSCH stehen folgende Ausdrücke in häufiger Verwendung für die Vektoren:

$$\begin{aligned} X &= \frac{\partial O}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} - \frac{\partial M}{\partial z} \\ Y &= \frac{\partial O}{\partial y} + \frac{\partial L}{\partial z} - \frac{\partial N}{\partial x} \\ Z &= \frac{\partial O}{\partial z} + \frac{\partial M}{\partial x} - \frac{\partial L}{\partial y} \end{aligned} \qquad (1)$$

wie auch

$$\begin{aligned} X &= \frac{\partial F}{\partial x} + H\frac{\partial G}{\partial x} \\ Y &= \frac{\partial F}{\partial y} + H\frac{\partial G}{\partial y} \\ Z &= \frac{\partial F}{\partial z} + H\frac{\partial G}{\partial z}, \end{aligned} \qquad (2)$$

welche in jedem solchen Raumtheil möglich sind, in welchem der Vektor (X, Y, Z) eine differenzierbare stetige Funktion des Ortes (x, y, z) ist.*

Diese Ausdrücke sind die augenscheinlichen Zusammensetzungen von solchen speciellen Vektoren, welche auch selbstständig oft in der mathematischen Physik vorkommen, nämlich

$$(2)_{H=0} \quad \text{oder} \quad (1)_{L=0,\, M=0,\, N=0} \qquad (3)$$

$$(1)_{O=0} \qquad (4)$$

$$(2)_{F=0} \qquad (5)$$

und letztere sind so zu betrachten, als parametrische Ausdrücke gewisser partieller Differential-Gleichungen. Diese Gleichungen sind folgende:

---

* CLEBSCH, Crelle Journ. LVI. 1859. LXI. 1863.
STOKES, Trans. Cambridge 1849.
VOIGT, Komp. d. th. Phys. I. p. 188—193.

$$\frac{\partial Z}{\partial y}-\frac{\partial Y}{\partial z}=0,\quad \frac{\partial X}{\partial z}-\frac{\partial Z}{\partial x}=0,\quad \frac{\partial Y}{\partial x}-\frac{\partial X}{\partial y}=0 \qquad \text{ad (3)}$$

$$\frac{\partial X}{\partial x}+\frac{\partial Y}{\partial y}+\frac{\partial Z}{\partial z}=0 \qquad \text{ad (4)}$$

$$X\left(\frac{\partial Z}{\partial y}-\frac{\partial Y}{\partial z}\right)+Y\left(\frac{\partial X}{\partial z}-\frac{\partial Z}{\partial x}\right)+Z\left(\frac{\partial Y}{\partial x}-\frac{\partial X}{\partial y}\right)=0 \qquad \text{ad (5)}$$

als äquivalente zu den funktionalen Behauptungen (3), (4), (5).

In einem besonderen Falle ist es von besonderer Bedeutung zu wissen, ob in (1), (2), (3), (4), (5) die mit gewissen funktionalen Eigenschaften behafteten Parameter (O, L, M, N, F, G, H) anwendbar sind, ohne die erlaubte Allgemeinheit der Vektoren (X, Y, Z) zu verletzen.

Bevor ich diese meine Behauptung ausführlich umschreiben möchte, führe ich eine Benennung ein.

Hat eine Funktion, als Funktion des Ortes folgende Eigenschaft: endlich, stetig, einwerthig, differenzierbar zu sein im ganzen Raume und sind seine ersten Coordinaten-Abtheilungen auch endlich, stetig, eindeutig, differenzierbar im ganzen Raume, ferner verschwindet die Funktion im Unendlichen wenigstens von erster Ordnung, ihre ersten Coordinaten-Ableitungen wenigstens von zweiter Ordnung (jene wenigstens so, wie die reciproken Werthe der Entfernungen, diese wenigstens so, wie die Quadrate der reciproken Werthe der Entfernungen), so nenne ich die Funktion eine Newton'sche. Nach dem Green'schen Satze hat eine solche Funktion die Form eines gewöhnlichen Raum-Potentials.

Aus Rücksicht wichtiger Anwendungen ist es nothwendig zu wissen, wenn X, Y, Z Newton'sche Funktionen sind, ob auch die Parameter O, L, M, N, bezw. F, G, H ebenfalls immer Newton'sche Funktionen sein können. In der Voraussetzung nämlich, dass diese Parameter solche Funktionen sind, kann man mit einfachen Mitteln wichtige Folgerungen ziehen, welche sonst nicht zu machen wären.

1. Bezüglich der Formen (1), (3), (4), ist die Frage vollkommen erledigt. Benützen wir folgende Bezeichnungen:

$$\frac{\partial Z}{\partial y}-\frac{\partial Y}{\partial z}\equiv 4\pi u,\quad \frac{\partial X}{\partial y}-\frac{\partial Z}{\partial x}\equiv 4\pi v,\quad \frac{\partial Y}{\partial x}-\frac{\partial X}{\partial z}\equiv 4\pi w, \qquad (5)$$

$$\frac{\partial X}{\partial x}+\frac{\partial Y}{\partial y}+\frac{\partial Z}{\partial z}\equiv 4\pi k, \qquad (6)$$

dann ist

$$-4\pi\left(\frac{\partial w}{\partial y}-\frac{\partial v}{\partial z}-\frac{\partial k}{\partial x}\right)\equiv \Delta_2 X, \text{ u. s. w.}$$

Folglich, da X, Y, Z NEWTON'sche Funktionen sind, nach dem GREEN'schen Satze

$$X=-\int\left(\frac{\partial k}{\partial a}+\frac{\partial w}{\partial b}-\frac{\partial v}{\partial c}\right)\frac{D\tau}{r}, \text{ u. s. w.}$$

wo $D\tau$ das Raumelement im Orte a, b, c bedeutet, und r die Entfernung dieses Ortes von (x, y, z). In Folge der funktionalen Eigenschaften der Ausdrücke u, v, w und k (5), sind nämlich ihre derivierten integrabel im ganzen Raume.

So ist

$$X=-\frac{\partial}{\partial x}\int\frac{k}{r}D\tau+\frac{\partial}{\partial y}\int\frac{w}{r}D\tau-\frac{\partial}{\partial z}\int\frac{v}{r}D\tau \quad \text{u. s. w.}$$

also entsprechen:

$$O=-\int\frac{k}{r}D\tau, \quad L=\int\frac{u}{r}D\tau, \quad M=\int\frac{v}{r}D\tau, \quad N=\int\frac{w}{r}D\tau \qquad (7)$$

und zwar mit stetigen, endlichen, eindeutigen, differenzierbaren k, u, v, w.

In den speciellen Fällen (3), bezw. (4) liefert einfach $u=0$, $v=0$, $w=0$, bezw. $k=0$ das Resultat der Lösung der Frage.

Fügen wir dem jetzt noch folgende Bemerkung zu.

Wenn k, u, v, w nur in endlicher Entfernung nicht überall verschwinden, so werden im Sinne der Ausdrücke unter (7) O, L, M, N im Unendlichen wenigstens von der ersten Ordnung verschwinden, X, Y, Z aber von mindestens der zweiten Ordnung, die Coordinaten-Ableitungen der letzteren von mindestens der dritten Ordnung. Vorausgesetzt aber, dass X, Y, Z von höherer als der zweiten Ordnung im Unendlichen verschwinden, ist nothwendiger Weise

$$\int kD\tau=0, \quad \int uD\tau=0, \quad \int vD\tau=0, \quad \int wD\tau=0. \qquad (8)$$

Nämlich, wenn die Richtungs-Cosinuse des bis ins Unendliche sich erstreckenden Vektors R, α, β, γ sind, so wird im Unendlichen

$$R^2X=\alpha\int kD\tau-\beta\int wD\tau+\gamma\int vD\tau, \quad \text{u. s. w.}$$

In der Voraussetzung, dass X, Y, Z im Unendlichen in einer höheren Ordnung, wie der zweiten, verschwinden, so werden diese Grenz-Ausdrücke bei jedem Richtungs-Cosinus α, β, γ verschwinden, also erfordern sie die Gleichungen (8). Ferner zugleich bei derselben Voraussetzung können die Funktionen O, L, M, N, d. h.

$$-\int\frac{k}{r}D\tau\equiv-4\pi\int\left(\frac{\partial X}{\partial a}+\frac{\partial Y}{\partial b}+\frac{\partial Z}{\partial c}\right)\frac{D\tau}{r},$$

$$\int\frac{u}{r}D\tau=4\pi\int\left(\frac{\partial Z}{\partial b}-\frac{\partial Y}{\partial c}\right)\frac{D\tau}{r}, \quad \text{u. s. w.}$$

mit Anwendung von partiellen Integrationen auf die Formen geführt werden:

$$\begin{aligned} O&=4\pi\int\left(X\frac{\partial\frac{1}{r}}{\partial a}+Y\frac{\partial\frac{1}{r}}{\partial b}+Z\frac{\partial\frac{1}{r}}{\partial c}\right)D\tau, \\ L&=-4\pi\int\left(Z\frac{\partial\frac{1}{r}}{\partial b}-Y\frac{\partial\frac{1}{r}}{\partial c}\right)D\tau, \quad \text{u. s. w.} \end{aligned} \tag{9}$$

2. Es möge an diesem Orte bemerkt sein, dass wenn wir eine Funktion in der Weise definieren, dass wir in der Definition der NEWTON'schen Funktion anstatt der Einwerthigkeit der Funktion die ausnahmslose Endlichkeit der zweiten Ableitungen fordern, so definieren wir eine NEWTON'sche Funktion: wenn eine Funktion, als Funktion des Ortes in einem einfach zusammenhängenden Theile des Raumes endlich, stetig, differenzierbar und ihre ersten Coordinaten-Ableitungen endlich, stetig, einwerthig, differenzierbar, ihre zweiten Coordinaten-Ableitungen endlich sind, so ist schon die Funktion einwerthig.

Hat nämlich die Funktion ψ in einem einfach zusammenhängenden Raumtheile diese Eigenschaften, so verschwindet dieses Linien-Integral:

$$\int\left(\frac{\partial\psi}{\partial x}\,dx+\frac{\partial\psi}{\partial y}\,dy+\frac{\partial\psi}{\partial z}\,dz\right)$$

auf jeder zweifach zusammenhängenden Linie geführt, auf so einer, welche ganz im Innern des Raumtheiles ist. Dies erhellt daraus, dass jene Eigenschaften der Funktion ψ es erlauben, dass das Integral nach dem STOKES'schen Satze auf ein derartiges Oberflächen-Integral umgeformt werde, welches sich auf der von einer zweifach zusammenhängenden Linie begrenzten zweiseitigen Fläche ausbreitet, und jedes Element dieses Oberflächen-Integrales verschwindet.

MAXWELL beweist am Anfange des ersten Bandes (Art. 19) seines grossen Werkes, ohne Erwähnung jeder Bedingung, dass die Funktionen des Ortes in den einfach zusammenhängenden Theilen des Raumes einwerthig sind. Da aber die Gültigkeit der Behauptung an solche Bedingungen gebunden ist, welche in den Conceptionen von MAXWELL auch implicite nicht enthalten sind, ist auch natürlicher Weise die Richtigkeit des Beweises nicht allgemein. Nämlich es erfordert, dass die Flächen $\psi=\text{const.}$ sich in einer solchen Linie nicht schneiden, welche durchgeht durch den betrachteten einfach zusammenhängenden Raumtheil.

3. Die, der Funktion ψ des Ortes zugeordneten Eigenschaften (Endlichkeit, Stetigkeit Differenzierbarkeit, die Endlichkeit, Stetigkeit, Einwerthigkeit, Differenzierbarkeit der ersten Ableitungen und die Endlichkeit der zweiten Ableitungen) genügen zur gültigen Anwendung des Theoremes von STOKES. Ganz klar erscheint dies von folgender — wie es mir scheint neuer — Deduction des Theoremas, welche auf der Umwandlung eines Raum-Integrals zu einem Oberflächen-Integral beruht.

Es sei die Gleichung einer zweiseitigen Flache $\Omega=0$. Nehmen wir einen einfach zusammenhängenden Theil davon in Betracht, in deren Nähe Ω eine differenzierbare stetige Funktion des Ortes, und deren Ableitungen endlich, stetig, einwerthig, und differenzierbare Funktionen seien. Die bei stetiger Änderung der Funktion Ω unserer Fläche sich anreihenden Flächen

$$\Omega=\text{const.}=DS$$

schneiden nicht den ausgewählten Flächentheil, wenigstens so-

lange der Werth von DS kleiner ist, wie irgend ein kleiner Werth von DS, denn die Ableitungen von Ω sind in der Gegend von dem Flächentheil endlich. Unter denjenigen Flächen, welche unseren ausgewählten Flächentheil aus der Fläche $\Omega=0$ ausschneiden, gibt es eine solche, welche die Flächen $\Omega=DS$ überall normal schneidet, wenigstens solange der Werth von DS kleiner ist, wie ein gewisses Kleines. Der von einer Fläche $\Omega=DS$, ferner, von der Fläche $\Omega=0$, und von der normal schneidenden Fläche eingeschlossene Raumtheil ist nun eine dünne Raumschichte τ. Der ausgewählte Flächentheil von $\Omega=0$, sei mit σ_0 bezeichnet.

Ist (ξ, η, ζ) als Funktion des Ortes endlich stetig, einwerthig, differenzierbar, und sind seine Ableitungen endlich im Raumtheil τ, also in der Gegend des Oberflächentheiles σ_0, dann wird

$$\int\left[\left(\frac{\partial\zeta}{\partial b}-\frac{\partial\eta}{\partial c}\right)\frac{\partial\Omega}{\partial a}+\left(\frac{\partial\xi}{\partial c}-\frac{\partial\zeta}{\partial a}\right)\frac{\partial\Omega}{\partial b}+\left(\frac{\partial\eta}{\partial a}-\frac{\partial\xi}{\partial b}\right)\frac{\partial\Omega}{\partial c}\right]D\tau$$
$$=\int\left[\xi\left(\frac{\partial\Omega}{\partial c}\beta-\frac{\partial\Omega}{\partial b}\gamma\right)+\eta\left(\frac{\partial\Omega}{\partial a}\gamma-\frac{\partial\Omega}{\partial c}\alpha\right)+\zeta\left(\frac{\partial\Omega}{\partial b}\alpha-\frac{\partial\Omega}{\partial a}\beta\right)\right]D\sigma$$

wo das linksseitige Integral auf dem Raum τ, das rechtsseitige auf der Oberfläche σ desselben zu erstrecken ist; α, β, γ sind die Richtungs-Cosinuse der auf die innere Seite der Fläche hinweisenden Normalen. Nachdem auf der Oberfläche von $\Omega=0$ und $\Omega=DS$ des Raumes τ

$$\frac{\partial\Omega}{\partial a}:\frac{\partial\Omega}{\partial b}:\frac{\partial\Omega}{\partial c}=\alpha:\beta:\gamma,$$

ist, so reduziert sich das Oberflächen-Integral auf denjenigen Theil, welcher sich auf die schmale Seitenfläche der Schichten bezieht. Wenn nun am Orte a, b, c die Dicke der Schichte Dn ist und ein Randelement vo σ_0 mit $D\lambda$ bezeichnet wird: ein verschwindendes Dn im Auge behaltend kann man setzen

$$D\tau = D\sigma_0 Dn, \quad D\sigma = D\lambda Dn.$$

im Raum — beziehungsweise im Flächen-Integral.

Auch in Betracht gezogen, dass

$$(Dn)^2=(DS)^2:\left[\left(\frac{\partial\Omega}{\partial a}\right)^2+\left(\frac{\partial\Omega}{\partial b}\right)^2+\left(\frac{\partial\Omega}{\partial c}\right)^2\right],$$

und die Richtungs-Cosinuse einer Normalen von $D\sigma_0$ mit $\alpha_0, \beta_0, \gamma_0$ bezeichnend, können wir unsere Integralgleichung also schreiben:

$$\int\left[\left(\frac{\partial\zeta}{\partial b}-\frac{\partial\eta}{\partial c}\right)\alpha_0+\left(\frac{\partial\xi}{\partial c}-\frac{\partial\zeta}{\partial a}\right)\beta_0+\left(\frac{\partial\eta}{\partial a}-\frac{\partial\xi}{\partial b}\right)\gamma_0\right]D\sigma_0$$
$$=\int[\xi(\beta\gamma_0-\gamma\beta_0)+\eta(\gamma\alpha_0-\alpha\gamma_0)+\zeta(\alpha\beta_0-\beta\alpha_0)]\,D\lambda$$

wo sich das erste Integral über die Fläche σ_0, das zweite über die Randlinie λ desselben erstreckt; $\beta\gamma_0-\gamma\beta_0$ u. s. w. aber sind die Richtungs-Cosinuse einer Richtung der Randlinie, deren Verhältniss zu dem Normalen-Systeme $\alpha_0, \beta_0, \gamma_0$ leicht zu erkennen ist.

4. Um sich Kenntniss zu schaffen von den Parametern F, G, H unter (2) und (5), untersuchen wir die Beliebigkeitsverhältnisse dieser Funktionen.

Zu einer gegebenen X, Y, Z Funktion gehörige Funktionen F, G, H sei F_0, G_0, H_0 in den Gleichungen (2). Die übrigen soll die additive Ergänzung

$$F=F_0+f,\quad G=G_0+g,\quad H=H_0+h.$$

liefern.

Dies für X, Y, Z in (2) einschreibend, und in Betracht gezogen, dass auch F_0, G_0, H_0 entsprechen, gelangen wir zu folgenden Gleichungen, als Gleichungen von f, g, h:

$$\begin{aligned}
&\frac{\partial f}{\partial x}+(h+H_0)\frac{\partial g}{\partial x}+h\frac{\partial G_0}{\partial x}=0\\
&\frac{\partial f}{\partial y}+(h+H_0)\frac{\partial g}{\partial y}+h\frac{\partial G_0}{\partial y}=0\\
&\frac{\partial f}{\partial z}+(h+H_0)\frac{\partial g}{\partial z}+h\frac{\partial G_0}{\partial z}=0.
\end{aligned}\qquad(10)$$

Nach diesen Gleichungen verschwindet die Jacobi'sche Determinante der Funktionen f, g, G_0: f lässt sich als Funktion von g und G_0 auffassen. Folglich können unsere Gleichungen auch also geschrieben werden:

$$\left(\frac{\partial f}{\partial g}+h+H_0\right)\frac{\partial g}{\partial x}+\left(\frac{\partial f}{\partial G_0}+h\right)\frac{\partial G_0}{\partial x}=0$$
$$\left(\frac{\partial f}{\partial g}+h+H_0\right)\frac{\partial g}{\partial y}+\left(\frac{\partial f}{\partial G_0}+h\right)\frac{\partial G_0}{\partial y}=0$$
$$\left(\frac{\partial f}{\partial g}+h+H_0\right)\frac{\partial g}{\partial z}+\left(\frac{\partial f}{\partial G_0}+h\right)\frac{\partial G_0}{\partial z}=0.$$

Nach diesem ist entweder

$$\begin{aligned}\frac{\partial f}{\partial g}+h+H_0&=0\\ \frac{\partial f}{\partial G_0}+h&=0\end{aligned}\qquad(11)$$

oder aber die drei JACOBI'schen Determinanten von g und G_0 verschwinden, also lässt sich g und damit auch f als Funktion von G_0 auffassen, weshalb wegen (10)

$$\frac{df}{dG_0}+(h+H_0)\frac{dg}{dG_0}+h=0.\qquad(12)$$

ist.

Dem entsprechend ist entweder

$$\begin{aligned}F_0+f&\equiv F=F_0+f(g,\ G_0)\\ G_0+g&\equiv G=G_0+g\\ H_0+h&\equiv H=-\frac{\partial f}{\partial g}\\ \frac{\partial f}{\partial G_0}-\frac{\partial f}{\partial g}&=H_0\end{aligned}\qquad(11')$$

oder aber

$$\begin{aligned}F_0+f&\equiv F=F_0+f(G_0)\\ G_0+g&\equiv G=G_0+g(G_0)=G(G_0)\\ H_0+h&\equiv H=\left(H_0-\frac{df}{dG_0}\right):\frac{dG}{dG_0}.\end{aligned}\qquad(12)'$$

Es ist aber zweckmässig den Inhalt von (11)' in einer anderen Form zu betrachten. Nach der letzten Gleichung von (11)' erscheint g als Funktion von G_0 und H_0. Demzufolge kann auch

f und G als Funktion von G_0 und H_0 in Betracht kommen. Dieselben als solche benützend, finden wir mit Hilfe der entsprechenden infinitesimalen Transformation:

$$\begin{aligned} &F_0+f\equiv F=F_0+f(G_0, H_0)\\ &G_0+g\equiv G=G(G_0, H_0)\\ &H_0+h\equiv H=-\frac{\partial f}{\partial H_0}:\frac{\partial G}{\partial H_0} \qquad (12'')\\ &\frac{\partial f}{\partial G_0}\frac{\partial G}{\partial H_0}-\frac{\partial f}{\partial H_0}\frac{\partial G}{\partial G_0}=H_0\frac{\partial G}{\partial H_0}. \end{aligned}$$

Entweder kann f oder G (letztere anstatt g) als beliebige Funktion von G_0 und H_0 gewählt werden; zur Bestimmung der anderen dient die vierte Gleichung. In den früheren Ausdrücken (12)′ ist G und f ebenfalls eine beliebige Funktion von G_0.

Was den unter (5) befindlichen speciellen Ausdruck ($F=0$) anbelangt, führt der gleiche Vorgang zu der einzigen Möglichkeit

$$\begin{aligned} &G_0+g\equiv G=G(G_0)\\ &H_0+h\equiv H=H_0:\frac{dG}{dG_0}. \qquad (13) \end{aligned}$$

5. Sind die in (2) durch die Parameter F, G, H oder in (5) durch die Parameter G, H ausgedrückten X, Y, Z Funktionen Newton'sche Funktionen, so können die Parameter doch nicht immer Newton'sche Funktionen sein; d. h. wenn wir voraussetzen, dass jede von F, G, H in (2) eine Newton'sche Funktion ist, so würden die durch sie bestimmten Funktionen X, Y, Z nur eine Classe der Newton'schen bilden, und wenn wir noch annehmen, dass in (5) sowohl G, wie auch H eine Newton'sche Funktion sei, so würden wir die dort noch überhaupt mögliche Classe der Newton'schen Funktionen auch verengen.

Es kann nämlich vorkommen, dass die Funktion G_0 um gewisse Linien herum cyklometrische Vieldeutigkeit besitzt, d. h. dieselbe hat eine Vieldeutigkeit um constante Differenzen, und dennoch sind die Produkte

$$H_0\frac{\partial G_0}{\partial x}, \qquad H_0\frac{\partial G_0}{\partial y}, \qquad H_0\frac{\partial G_0}{\partial z}$$

NEWTON'sche Funktionen, theilweise deshalb, weil die Ableitungen von G_0 schon nicht mehrdeutig sind, theilweise deshalb, weil auf den Flächen, Linien und in den Punkten, wo diese Ableitungen unendlich werden, dort H_0 in genug hohem Grade verschwindet, wie auch im Unendlichen. Nichts leichteres, wie solche Funktionen G_0 und H_0 dem entsprechend zu construieren, und zwar auch solche, bei welchen G_0 nach incommensurablen Constanten vielwerthig wird.

Ist aber G_0 mit incommensurablen Perioden mehrwerthig, dann ist nach (12)' und (12)'', bezw. nach (13) schon jede analytische Funktion G mehrwerthig, welche nämlich denjenigen (X, Y, Z) Vektor liefert, wie G_0 und H_0.

6. Aus Nothwendigkeit der folgenden Anwendungen will ich noch auf ein analytisches Verhalten hinweisen, das zu betrachten übrigens auch durch andere Anwendungen gefordert wird.

Es sei, dass eine differenzierbare Funktion φ des Ortes so aufzufassen wäre, wie eine Funktion zweier differenzierbarer Funktionen u und v des Ortes von gegebener Form:

$$\begin{gathered} \varphi = \varphi(u, v), \\ \frac{\partial \varphi}{\partial x} = \frac{\partial \varphi}{\partial u}\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial \varphi}{\partial v}\frac{\partial v}{\partial x} \\ \frac{\partial \varphi}{\partial y} = \frac{\partial \varphi}{\partial u}\frac{\partial \varphi}{\partial y} + \frac{\partial \varphi}{\partial v}\frac{\partial v}{\partial y} \\ \frac{\partial \varphi}{\partial z} = \frac{\partial \varphi}{\partial u}\frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial \varphi}{\partial v}\frac{\partial v}{\partial z}. \end{gathered} \tag{14}$$

Ich behaupte, dass wo die ersten Coordinaten-Ableitungen von φ, u, v endlich, aber die Ableitungen von φ nach irgend einem oder nach beiden Parametern (u, v) unendlich sind, dort die JACOBI'schen Determinanten der zwei Parameter verschwinden. In der Voraussetzung, dass die Ableitung von φ nach u im Orte x, y, z unendlich ist multiplicieren wir die zweite Gleichung von (14) mit $\partial v : \partial z$, die dritte mit $\partial v : \partial y$, und nacher subtrahieren wir die eine Gleichung von der anderen. Auch zwei andere ähnliche Vorgänge befolgend, finden wir:

$$\frac{\partial \varphi}{\partial z}\frac{\partial v}{\partial y} - \frac{\partial \varphi}{\partial y}\frac{\partial v}{\partial z} = \frac{\partial \varphi}{\partial u}\left(\frac{\partial u}{\partial z}\frac{\partial v}{\partial y} - \frac{\partial u}{\partial y}\frac{\partial v}{\partial z}\right) \quad \text{u. s. w.}$$

Laut Voraussetzung sind die linken Theile in diesen Gleichungen endlich, in den rechten ist $\partial\varphi : \partial u$ unendlich. Also ist

$$\frac{\partial u}{\partial z}\frac{\partial v}{\partial y} - \frac{\partial u}{\partial y}\frac{\partial v}{\partial z} = 0 \text{ u. s. w.}$$

Ich behaupte ferner, dass wo die ersten Coordinaten-Ableitungen von φ und u endlich sind, aber $\partial\varphi : \partial u$ unendlich ist und überall in dieser Gegend (das heisst identisch :)

$$\frac{\partial u}{\partial x}\frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y}\frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial u}{\partial z}\frac{\partial v}{\partial z} = 0,$$

dort verschwinden die Ableitungen von u. Multiplicieren wir nach der Reihe die Gleichungen (14) mit den Ableitungen von u und dann addieren wir dieselben :

$$\frac{\partial\varphi}{\partial x}\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial\varphi}{\partial y}\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial\varphi}{\partial z}\frac{\partial u}{\partial z} = \frac{\partial\varphi}{\partial u}\left[\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial z}\right)^2\right].$$

Da im Sinne der Voraussetzungen die linke Seite endlich ist, auf der rechten aber $\partial\varphi : \partial u$ unendlich ist im Orte x, y, z, so wird:

$$\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial z}\right)^2 = 0$$

sein.

II. Über die Hertz'sche Definition der Maxwell-Heaviside'schen Gleichungen des elektromagnetischen Feldes.

1. Die elektromagnetischen Gleichungen MAXWELL's wurden durch ihre Formulierung von HEAVISIDE zur Bedeutung von Fundamental-Gleichungen erhoben, besonders in der HERTZ'schen Behandlung.*

BOLTZMANN aber erhebt Einwendungen gegen die einleitenden Definitionen von HERTZ,** welche sich auf die Variablen der Glei-

---

* HERTZ, Untersuchungen über die Ausbreitung der elektrischen Kraft. 1892.

** BOLTZMANN, Vorlesungen über MAXWELL's Theorie der Electricität und des Lichtes. 1893. II. Th. §, 3.

chungen, auf die s. g. elektrische und magnetische Kraft beziehen, in den Bezeichnungen von HERTZ (X, Y, Z) und (L, M, N). Im Sinne dieser Einwendungen sind jene Definitionen theilweise überflüssig, theilweise auch unrichtig. Diese Einwendungen sind berechtigt und auch wohl begründet.

Es sind aber unbedingt nothwendig gewisse Elemente in den Definitionen, welche in den HERTZ'schen implicite enthalten sind. Und zwar sind gewisse funktionale Eigenschaften für die elektrische und magnetische Kraft in vorhinein anzugeben. Eigenschaften, ohne deren vorheriger Angabe, in das System der Folgerungen gehörige partikuläre Integrale nicht mit Nothwendigkeit auftreten, sondern hypothetisch sind, bezw. a posteriori einzuführende definitionsmässige Beschränkungen verlangen.

In Betracht gezogen, dass der Begriff der Flächendichte, dann des Flächenmomentes und der Liniendichte der Electricität, des Magnetismus, des elektrischen Stromes, nur wie formelle Grenzbegriffe zu betrachten sind, kann man in vorhinein von den elektrischen und magnetischen Kräftecomponenten X, Y, Z und L, M, N fordern, dass diese NEWTON'schen Funktionen des Ortes sein sollen, und zwar was ihr Verhalten im Unendlichen anbelangt, soll die elektrische Kraft wenigstens in der zweiten Ordnung, die magnetische Kraft wenigstens in der dritten Ordnung im Unendlichen verschwinden.

Nur auf diese Weise können die mit der Erfahrung übereinstimmenden partikulären Folgerungen, als nothwendig und ausschliesslich richtig betrachtet werden.

2. Nach den Bezeichnungen von HERTZ, sind die Gleichungen des magnetischen Feldes in isotropen und ruhenden Medien (l. c. S. 21):

$$\begin{aligned} A\mu\frac{\partial L}{\partial t} &= \frac{\partial Z}{\partial y} - \frac{\partial Y}{\partial z} \\ A\mu\frac{\partial M}{\partial t} &= \frac{\partial X}{\partial z} - \frac{\partial Z}{\partial x} \\ A\mu\frac{\partial N}{\partial t} &= \frac{\partial Y}{\partial x} - \frac{\partial X}{\partial y} \end{aligned} \qquad (1)$$

$$A\varepsilon\frac{\partial X}{\partial t}+4\pi A\lambda(X-X')=\frac{\partial M}{\partial z}-\frac{\partial N}{\partial y}$$
$$A\varepsilon\frac{\partial Y}{\partial t}+4\pi A\lambda(Y-Y')=\frac{\partial N}{\partial x}-\frac{\partial L}{\partial z} \qquad (2)$$
$$A\varepsilon\frac{\partial Z}{\partial t}+4\pi A\lambda(Z-Z')=\frac{\partial L}{\partial y}-\frac{\partial M}{\partial x}.$$

Boltzmann hält die besondere mechanische Definition der magnetischen Kräfte (L, M, N) für überflüssig (l. c. S. 15.), denn diese sind schon durch (1) definiert, vorausgesetzt, dass sie vor sehr langer Zeit Null waren; ferner sagt der Autor: «Dass sie den Kräften proportional sind, welche auf einen Solenoidpol wirken, kann dann später aus den Gleichungen bewiesen werden. Stahlmagnete sind dann als Magnete aufzufassen, in denen unbekannte kleine Ströme fliessen.»

Aber was die Bestimmung der magnetischen Kräfte (L, M, N) anbelangt, bloss auf die Gleichungen (1), und dem entsprechend auf lange Zeiten zu verweisen, muss ich eben im Rahmen der Hertz'schen Gleichungen als übertriebenes Verfahren bezeichnen. Dies erfordert in gewissem Maasse die Angabe einer passenden Vorgeschichte der gegenwärtigen Zustände, beziehungsweise Änderungen. Ausserdem müssen die «unbekannten Strömungen», welche anstatt dem permanenten Magnetismus gesetzt werden, in Betracht kommen in den Gleichungen (2), also müssen sie wegen der Bestimmtheit der Gleichungen gegeben sein.

Dem gegenüber werde ich hier beweisen, dass der permanente Magnetismus und die momentane elektrische Kraft aus den Gleichungen die momentane magnetische Kraft bestimmen.

Nehmen wir an, dass es zwei solche magnetische Kräfte giebt, welche bei gegebener elektrischer Kraft und gegebenem permanenten Magnetismus die Gleichungen befriedigen, u. z. (L, M, N) und (L_0, M_0, N_0). Benützen wir die Bezeichnungen

$$L-L_0\equiv L',\quad M-M_0\equiv M',\quad N-N_0\equiv N' \qquad (3)$$

so wird nach den Gleichungen (2)

$$\frac{\partial M'}{\partial z}-\frac{\partial N'}{\partial y}=0,\quad \frac{\partial N'}{\partial x}-\frac{\partial L'}{\partial z}=0,\quad \frac{\partial L'}{\partial y}-\frac{\partial M'}{\partial x}=0, \qquad (4)$$

Ferner, da der permanente Magnetismus auch gegeben ist, so hat man

$$\frac{\partial \mu L'}{\partial x} + \frac{\partial \mu M'}{\partial y} + \frac{\partial \mu N'}{\partial z} = 0; \tag{5}$$

es gehört nämlich ausser dem nach der Poisson'schen Regel inducierten Magnetismus nur noch der permanente Magnetismus in die Theorie, also ist seine Dichtigkeit

$$\frac{1}{4\pi}\left(\frac{\partial \mu L}{\partial x} + \frac{\partial \mu M}{\partial y} + \frac{\partial \mu N}{\partial z}\right),$$

der Unterschied zwischen der vollständigen (freien) Dichtigkeit und der Poisson'schen inducierten (scheinbaren) Dichtigkeit: in der That lassen diesen Unterschied die Gleichungen (1), welche bezw. nach x, y, z differentiert und dann addiert werden, unverändert erscheinen.

Laut den Gleichungen (4) hat der Differenzen-Vector (L', M', N') ein Skalar-Potential. Aber in der gemachten Voraussetzung, dass die magnetische Kraftcomponenten L, M, N, wie auch L_0, M_0, N_0 Newton'sche Funktionen sind (II. 1.), sind auch die Componenten L', M', N' solche (3), also auch ihr Potential ist eine solche Funktion (I. 1.) Daher folgt aus der Gleichung (5) (wenn man mit dem Potential multipliciert und über den ganzen Raum partiell integriert)

$$L'=0, \quad M'=0, \quad N'=0.$$

Es wird daher durch die momentane elektrische Kraft und durch den permanenten Magnetismus in isotropen, ruhenden Medien aus den Fundamentalgleichungen (1) und (2) die momentane magnetische Kraft vollständig bestimmt.

3. Auf gleicher Weise folgt, dass auch in der Gegenwart von krystallinischen, ruhenden Medien die momentane elektrische Kraft und der permanente Magnetismus die momentane magnetische Kraft bestimmen und im Falle der Massenbewegung, dieselben und die momentanen Bewegungs-Geschwindigkeiten dieselbe bestimmen: aus den allgemeinen Gleichungen (I*b*) von Hertz (l. c. S. 261) folgen auch im Anschluss an diesen Daten die Gleichun-

gen unter (4), und wenn wir nach Analogie von (3) in Bezug auf die «magnetische Polarisation» oder anders benannt «die Anzahl der magnetischen Kraftlinien» $\mathfrak{L}$, $\mathfrak{M}$, $\mathfrak{N}$ setzen

$$\mathfrak{L}-\mathfrak{L}_0\equiv\mathfrak{L}', \quad \mathfrak{M}-\mathfrak{M}_0\equiv\mathfrak{M}', \quad \mathfrak{N}-\mathfrak{N}_0\equiv\mathfrak{N}'$$

so gehört nach den Gleichungen (I*a*) (l. c. S. 261) von HERTZ zu dem permanenten Magnetismus

$$\frac{\partial\mathfrak{L}'}{\partial x}+\frac{\partial\mathfrak{M}'}{\partial y}+\frac{\partial\mathfrak{N}'}{\partial z}=0, \qquad (5)$$

denn aus jenen Gleichungen folgt

$$\frac{\partial}{\partial t}\left(\frac{\partial\mathfrak{L}}{\partial x}+\frac{\partial\mathfrak{M}}{\partial y}+\frac{\partial\mathfrak{N}}{\partial z}\right)+$$
$$+\left(\frac{\partial}{\partial x}\alpha\,.+\frac{\partial}{\partial y}\beta\,.+\frac{\partial}{\partial z}\gamma\,.\right)\left(\frac{\partial\mathfrak{L}}{\partial x}+\frac{\partial\mathfrak{M}}{\partial y}+\frac{\partial\mathfrak{N}}{\partial z}\right)=0,$$

in welcher die linke Seite nichts anderes ist, als die totale Veränderungs-Geschwindigkeit von

$$\frac{\partial\mathfrak{L}}{\partial x}+\frac{\partial\mathfrak{M}}{\partial y}+\frac{\partial\mathfrak{N}}{\partial z}$$

(α, β, γ) sind die Geschwindigkeits-Componenten der Massenbewegung und der 4π-te Theil dieser Grösse ist die Dichtigkeit des permanenten Magnetismus (HERTZ l. c. S. 266 und S. 267).

Der Beweis ist ebenso, wie im Falle isotroper und ruhender Medien, nur setzt seine Gültigkeit gewisse Eigenschaften der Anisotropie voraus, welche übrigens nach allen bisherigen Erfahrungen als allgemein betrachtet werden können.*

4. Man nennt im Falle ruhender isotroper Medien, den mit den linken Seiten der Gleichungen (2), als mit Componenten gebildeten Vektor, elektrische Strömung.

Im Allgemeinen bilden die linken Seiten der HERTZ'schen Gleichungen (I*b*) ergänzt mit dem letzten Gliede der rechten Sei-

* VOIGT, Komp. d. th. Phys. II. 1896. S. 184. u. 185.

(l. c. S. 261) denjenigen Vektor, welcher in der Behandlung von RTZ dem Begriffe der elektrischen Strömung entspricht.

In diesem Sinne bestimmen schon die momentane elek-che Strömung und der permanente Magnetismus die momen-e magnetische Kraft aus den Fundamental-Gleichungen nach n Beweise des früheren Artikels.

Wollen wir aber auch das HALL'sche Phänomen in Betracht hen, so müssen in den Fundamental-Gleichungen die Strö-ngs-Componenten mit gewissen Gliedern ergänzt werden. In Theorie von VOIGT sind die Ergänzungs-Componenten in prünglich isotropen Medien (l. c. S. 302 und 303)

$$\theta.(ZM-YN)$$
$$\theta.(XN-ZL)$$
$$\theta.(YL-XM),$$

θ annäherungweise von den magnetischen Zuständen unab-ngig ist.

Diese ergänzenden Strömungs-Componenten in Betracht ge-gen, müssen anstatt den Gleichungen unter (4) folgende gesetzt rden:

$$\frac{\partial N'}{\partial y}-\frac{\partial M'}{\partial z}=\theta.(ZM'-YN')$$
$$\frac{\partial L'}{\partial z}-\frac{\partial N'}{\partial x}=\theta.(XN'-ZL')$$
$$\frac{\partial M'}{\partial x}-\frac{\partial L'}{\partial y}=\theta.(YL'-XM').$$

Aus ihnen folgt auf leicht erkennbarer Weise

$$\left(\frac{\partial N'}{\partial y}-\frac{\partial M'}{\partial z}\right)L'+\left(\frac{\partial L'}{\partial z}-\frac{\partial N'}{\partial x}\right)M'+\left(\frac{\partial M'}{\partial x}-\frac{\partial L'}{\partial y}\right)N'=0$$

Daher ist der Differenzen-Vektor von folgender Form

$$L'=\rho\frac{\partial\tilde{w}}{\partial x},\quad M'=\rho\frac{\partial\tilde{w}}{\partial y},\quad N'=\rho\frac{\partial\tilde{w}}{\partial z}.$$

Würde jetzt daraus, dass L', M', N' NEWTON'sche Funktio-n sind nothwendiger Weise folgen, dass $\tilde{\omega}$ auch eine solche,

und ρ eine endliche, stetige einwerthige, differenzierbare Funktion ist, so könnte man nach den Gleichungen (5) folgern, dass die Differentialquotienten von $\tilde{\omega}$ überall verschwinden, also, dass auch im Falle eines bemerkbaren HALL'schen Effectes die momentane magnetische Kraft vollständig bestimmt wäre durch die momentane elektrische Kraft und den permanenten Magnetismus.

Jedoch in Folge des (I.5) Vorgetragenen fällt diese Folgerung weg, und es tritt dem HALL'schen Phänomen entsprechend nach der einfachen Hypothese von VOIGT die von BOLTZMANN indicierte Bestimmung in den Vordergrund.

5. Zur Bestimmung des permanenten Magnetismusses kann diejenige Methode dienlich sein, welche HERTZ zur Definition der magnetischen Kraft benützt, weil sie im Einklange steht mit den Ausdrücken der Magneto-Striction und weil der permanente Magnetismus unabhängig von den elektrischen Kräften in Betracht gezogen werden kann, nämlich bei Erzeugung solcher Verhältnisse, welche den Gleichungen (1) und (2) unterworfen sind und zwar in der Weise, dass die rechten Seiten von (1) und die linken Seiten von (2) verschwinden.

Es fragt sich aber, ob wenn man, nach HERTZ, anstatt den thatsächlichen mechanischen Wirkungen andere setzt, ob die Bestimmung keine partikuläre ist, d. h. ob mit dem wirklichen mechanischen (ponderomotorischen) Effekte sich nicht noch eine andere (L, M, N) Funktion als «magnetische Kraft» verträgt; denn im Falle der Bejahung, enthält die Bestimmung eine überflüssige Beschränkung.

Gegenwärtig ausschliesslich isotrope Medien im Auge behaltend, wenn wir folgende Bezeichnungen benützen:

$$\frac{\partial_\mu L}{\partial x}+\frac{\partial_\mu M}{\partial y}+\frac{\partial_\mu N}{\partial z}\equiv 4\pi k \tag{6}$$

$$\frac{\partial M}{\partial z}-\frac{\partial N}{\partial y}\equiv 4\pi i_x,\quad \frac{\partial N}{\partial x}-\frac{\partial L}{\partial z}=4\pi i_y,\quad \frac{\partial L}{\partial y}-\frac{\partial M}{\partial z}\equiv 4\pi i_z \tag{7}$$

$$L^2+M^2+N^2=F^2, \tag{8}$$

so werden die effektiven mechanischen Kräfte-Componenten auf die Raumeinheit aus den MAXWELL'schen Magneto-Strictions-

Gleichungen* berechnet sein:

$$\begin{aligned} kL - \frac{1}{8\pi}\frac{\partial\mu}{\partial x}F^2 + \mu(Mi_z - Ni_y) \\ kM - \frac{1}{8\pi}\frac{\partial\mu}{\partial y}F^2 + \mu(Ni_x - Li_z) \\ kN - \frac{1}{8\pi}\frac{\partial\mu}{\partial z}F^2 + \mu(Li_y - Mi_x). \end{aligned} \tag{9}$$

Der Vektor $(i_x i_y i_z)$ ist die elektrische Strömung. Aber da in Ermanglung von elektrischer Strömung der permanente Magnetismus derselbe ist und er auch von jener befreit werden kann, so können wir uns auf die von jenen unabhängigen Gleichungen beschränken. Vorausgesetzt aber, dass

$$i_x = 0, \quad i_y = 0, \quad i_z = 0, \tag{10}$$

so hat die magnetische Kraft (L, M, N) ein Skalar-Potential (7). Sei diese mit ψ bezeichnet, so dass

$$L = -\frac{\partial\psi}{\partial x}, \quad M = -\frac{\partial\psi}{\partial y}, \quad N = -\frac{\partial\psi}{\partial z} \tag{11}$$

sei, dann wird (6), (8):

$$-4\pi k = \frac{\partial}{\partial x}\left(\mu\frac{\partial\psi}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(\mu\frac{\partial\psi}{\partial y}\right) + \frac{\partial}{\partial z}\left(\mu\frac{\partial\psi}{\partial z}\right) \tag{11'}$$

$$F^2 = \left(\frac{\partial\psi}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial\psi}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial\psi}{\partial z}\right)^2 \tag{11''}$$

sein und die Componenten der mechanischen Kraft sind

$$\begin{aligned} -\left(k\frac{\partial\psi}{\partial x} + \frac{1}{8\pi}F^2\frac{\partial\mu}{\partial x}\right) \\ -\left(k\frac{\partial\psi}{\partial y} + \frac{1}{8\pi}F^2\frac{\partial\mu}{\partial y}\right) \\ -\left(k\frac{\partial\psi}{\partial z} + \frac{1}{8\pi}F^2\frac{\partial\mu}{\partial z}\right). \end{aligned} \tag{12}$$

* Vollkommen entwickelte Formeln traf ich nur im Kompendium von VOIGT. Dort sind andere, kompliciertere Ausdrücke (II. S. 273) angeführt, aber eine einfache Rechnung zeigt, dass sie mit den vorliegenden übereinstimmen.

In den Grenzschichten können die Ableitungen von μ gross sein, obgleich μ selbst (der Coefficient der magnetischen Induction) sich überall wenig von einer Constanten unterscheidet und im Inneren der Magnete sind auch seine Ableitungen klein. So kann man vom zweiten Gliede in den Ausdrücken der mechanischen Kraft (12), ohne die Allgemeinheit zu verletzen, nicht absehen.

Das nächste bezweckt die Entscheidung: mit welcher Beliebigkeit entspricht das Potential ψ einer gegebenen effektiven mechanischen Kraft (12). Die Behandlung ist aus dem Grunde, mit manchen Schwierigkeiten verbunden, weil wir mit quadratischen partiellen Differential-Gleichungen zu thun haben, daher sie auch nicht kurz ausgeführt werden kann.

6. Setzen wir voraus, dass einer gewissen mechanischen Kraft (12) zweierlei magnetische Kräfte entsprechen, von denen der ersten das Potential ψ_0, der zweiten das Potential ψ zukommt. Aus (12) folgt

$$\begin{aligned} k\frac{\partial\psi}{\partial x} - k_0\frac{\partial\psi_0}{\partial x} + \frac{F^2-F_0^2}{8\pi}\frac{\partial\mu}{\partial x} &= 0 \\ k\frac{\partial\psi}{\partial y} - k_0\frac{\partial\psi_0}{\partial y} + \frac{F^2-F_0^2}{8\pi}\frac{\partial\mu}{\partial y} &= 0 \\ k\frac{\partial\psi}{\partial z} - k_0\frac{\partial\psi_0}{\partial y} + \frac{F^2-F_0^2}{8\pi}\frac{\partial\mu}{\partial z} &= 0. \end{aligned} \tag{13}$$

Es sind zwei Hauptgruppen möglich. Entweder ist

$$k=0, \quad k_0=0, \quad F^2-F_0^2=0 \tag{14}$$

oder es verschwindet die JACOBI'sche Determinante der Funktionen ψ, ψ_0, μ, also können diese Funktionen, als Funktionen zweier Veränderlichen betrachtet werden:

$$\psi=\psi(p, q), \quad \psi_0=\psi_0(p, q), \quad \mu=\mu(p, q), \tag{15}$$

woraus sich wegen (13):

$$\left(k\frac{\partial\psi}{\partial p} - k_0\frac{\partial\psi_0}{\partial p} + \frac{F^2-F_0^2}{8\pi}\frac{\partial\mu}{\partial p}\right)\frac{\partial p}{\partial x} +$$
$$+\left(k\frac{\partial\psi}{\partial q} - k_0\frac{\partial\psi_0}{\partial q} + \frac{F^2-F_0^2}{8\pi}\frac{\partial\mu}{\partial q}\right)\frac{\partial q}{\partial x} = 0, \quad \text{u. s. w.}$$

ergiebt.

Dieser Hauptfall enthält die Möglichkeit zweier Nebenfälle. Es ist nämlich in diesem zweiten Hauptfalle entweder

$$\begin{aligned} k\frac{\partial\psi}{\partial p} - k_0\frac{\partial\psi_0}{\partial p} + \frac{F^2-F_0^2}{8\pi}\frac{\partial\mu}{\partial p} &= 0 \\ k\frac{\partial\psi}{\partial q} - k_0\frac{\partial\psi_0}{\partial q} + \frac{F^2-F_0^2}{8\pi}\frac{\partial\mu}{\partial q} &= 0, \end{aligned} \qquad (15)'$$

oder aber die drei JACOBI'schen Determinanten der Funktionen p und q verschwinden, also lassen sich dieselben als Funktionen einer einzigen gemeinsamen Veränderlichen auffassen, und ebenso auch ψ, ψ_0, μ:

$$\psi=\psi(\varsigma), \quad \psi_0=\psi_0(\varsigma), \quad \mu=\mu(\varsigma), \qquad (16)$$

und dem anschliessend

$$k\frac{d\psi}{d\varsigma} - k_0\frac{d\psi_0}{d\varsigma} + \frac{F^2-F_0^2}{4\pi}\frac{d\mu}{d\varsigma} = 0. \qquad (16)'$$

Es ist aber auch jene Möglichkeit zu betrachten, dass in gewissen Theilen des Raumes einer von den drei Fällen, in anderen andere vorkommen.

Es ist übrigens augenscheinlich, dass im Falle (15), (15)' auch (16), 16)' enthalten ist aber zum Zwecke der bewerkstelligenden Folgerungen wähle ich in (15), (15)' für die Veränderlichen p und q, die Funktionen ψ_0 und ψ, wodann (15), (15)' in

$$\begin{aligned} &\mu=\mu(\psi, \psi_0) \\ &8\pi k + (F^2-F_0^2)\frac{\partial\mu}{\partial\psi} = 0 \\ &8\pi k_0 - (F^2-F_0^2)\frac{\partial\mu}{\partial\psi_0} = 0. \end{aligned} \qquad (17)$$

übergeht.

Nur ist von hier aus ein solcher Fall ausgeschlossen, der in (15), (15)' enthalten ist und weder in (14), noch in (16), (16)' vorkommt, nämlich derjenige Fall, in welchem $F^2=F_0^2$ und zugleich die JACOBI'sche Determinante der Potentiale ψ_0 und ψ als Funktionen von p und q, verschwindet.

Es muss also noch als ein besonderer Fall:

$$F^2 - F_0^2 = 0 \tag{18}$$
$$k\frac{d\psi}{ds} - k_0\frac{d\psi_0}{ds} = 0.$$

betrachtet werden.

Hingegen können wir von (16), (16)', als in (17) und in (18) enthaltend absehen: (17) und (18) enthält vollkommen in sich die Gesammtheit der zu (15), (15)' gehörigen Fälle, wenn wir uns vor der Möglichkeit nicht verschliessen, dass $\partial\mu : \partial\psi_0$ und $\partial\mu : \partial\psi$ in einzelnen Punkten, Linien und Flächen unendlich ist.

6_1. Vorausgesetzt, dass (14) im ganzen Raume stattfindet, so folgt aus seinen zwei ersten Gleichungen laut (11)' nach bekannter Weise, dass

$$\psi_0 = 0, \quad \psi = 0$$

ist im ganzen Raume, denn nach den vorläufigen funtionellen Voraussetzungen (II, 1) hat die Funktion ψ_0 und ψ die Eigenschaften, welche zu diesen Folgerungen nöthig sind.

Es soll daher die Gültigkeit des Falles (14) im ganzen Raume als ausgeschlossen betrachtet werden.

6_2. Addieren wir und subtrahieren wir die zwei Differential-Gleichungen (17). Wenn wir uns dann der Bezeichnung

$$\psi - \psi_0 = \psi_1, \quad \psi + \psi_0 = \psi_2 \tag{19}$$

bedienen und die Funktionen ψ_1 und ψ_2 als Argumente anstatt ψ_0 und ψ einführen, so werden unsere Gleichungen laut (11)' und (11)'' die Form annehmen:

$$4\pi k_1 + \left(\frac{\partial\psi_1}{\partial x}\frac{\partial\psi_2}{\partial x} + \frac{\partial\psi_1}{\partial y}\frac{\partial\psi_2}{\partial y} + \frac{\partial\psi_1}{\partial z}\frac{\partial\psi_2}{\partial z}\right)\frac{\partial\mu}{\partial\psi_2} = 0$$
$$4\pi k_2 + \left(\frac{\partial\psi_1}{\partial x}\frac{\partial\psi_2}{\partial x} + \frac{\partial\psi_1}{\partial y}\frac{\partial\psi_2}{\partial y} + \frac{\partial\psi_1}{\partial z}\frac{\partial\psi_2}{\partial z}\right)\frac{\partial\mu}{\partial\psi_1} = 0$$

wo k_1 und k_2 durch ψ_1 und ψ_2 ebenso ausgedrückt ist, wie in (11) k durch ψ. Ihre Ausdrücke eingesetzt, erscheinen unsere Gleichungen, wie folgt:

$$F_1^2 \frac{\partial \mu}{\partial \psi_1} + \mu \Delta \psi_1 = 0$$
$$F_2^2 \frac{\partial \mu}{\partial \psi_2} + \mu \Delta \psi_2 = 0, \qquad (20)$$

wo F_1^2 und F_2^2 durch ψ_1 und ψ_2 ebenso definiert sind, wie in (11)'' F^2 durch ψ.

Multiplicieren wir die erste Gleichung (20) mit einer vorderhand unbestimmten Funktion $\Phi(\psi_1)$ von ψ_1 und mit dem Raumelement $D\tau$, und dividieren durch μ; integrieren wir dann dieselbe über den ganzen Raum. Am zweiten Gliede links eine partielle Integration verrichtend finden wir:

$$\int \left(\frac{d\Phi}{d\psi_1} - \frac{\Phi}{\mu} \frac{\partial \mu}{\partial \psi_1} \right) F_1^2 D\tau = 0, \qquad (21)$$

wenn nur die Funktion Φ so gewählt ist, dass sie überall endlich, stetig, einwerthig, differenzierbar sei und ihre Ableitung $d\Phi : d\psi_1$ überall endlich ist. Es ist nämlich $F_1^2 \partial \mu : \partial \psi_1$ überall endlich, wie dies aus (20) folgt.

Ist $\partial \mu : \partial \psi_1$ selbst auch endlich, dann kann man die Funktion Φ so wählen zwischen den Grenzen der sie beschränkenden Bedingungen, dass im Integral der Faktor von F_1^2 überall positiv sei. Es entspricht z. B.

$$\Phi = \psi_1^{2m+1},$$

wenn nur m eine grössere positive ganze Zahl bedeutet, wie eine gewisse endliche Zahl. Denn dann ist im Integral der Faktor von F_1^2:

$$\left(2m+1 - \frac{\psi_1}{\mu} \frac{\partial \mu}{\partial \psi_1} \right) \psi_1^{2m}.$$

Es entspricht auch

$$\Phi = \psi_1^3 e^{-m : \psi_1^2}$$

Dann ist im Integral der Faktor von F_1^2:

$$\left(2m + 3\psi_1^2 - \frac{\psi_1^3}{\mu} \frac{\partial \mu}{\partial \psi_1} \right)$$

u. s. w. Daher ist überall $F_1=0$, d. h. $\psi_1=\text{const.}$ und folglich

$$\psi-\psi_0=\text{const.}=0.$$

Wir müssen aber noch mit der Möglichkeit rechnen, dass $\partial\mu : \partial\psi_1$ in einzelnen Punkten, Linien, oder Flächen unendlich ist. Natürlich ist wegen (20) an diesen Orten nothwendigerweise $F_1=0$. Schliessen wir jetzt sehr kleine Kugeln, sehr dünne Röhren, sehr dünne Schichten aus dem Raume der Integration, d. h. aus dem unendlichen Raum, solche nämlich, welche diese Punkte Linien und Flächen enthalten. Dann schliessen sich der linken Seite (21) auch Oberflächen-Integrale an, welche folgende Form haben

$$\int \Phi \frac{\partial\psi_1}{\partial n} D\sigma,$$

wo n die auswärts weisende Normale des Flächenelementes $D\sigma$ bedeutet. Insoferne ein solches Integral sich auf die Oberfläche einer sehr kleinen Kugel oder einer sehr dünnen Röhre bezieht, ist es schon aus dem Grunde sehr klein, weil die Fläche sehr klein ist; insoferne es sich aber auf die Oberfläche von einer sehr dünnen Schichte bezieht, ist es auch schon deshalb sehr klein, weil die Schichte so dünn sein kann, dass die Werthe der zu integrierenden Funktionen $\Phi\partial\psi_1 : \partial n$, welche zu gegenüber liegenden Flächenpunkten gehören, sich von einander nach ihrem absoluten Werthe nur beliebig wenig unterscheiden, während, was ihr Vorzeichen betrifft, sie wegen den entgegengesetzten Sinn der Normale, entgegengesetzt sind. Aber deshalb, weil in den von den ausschliessenden Flächen enthaltenen Punkten, Linien oder Flächen $F_1=0$, so können die Kugeln so klein, die Röhren und Schichten so dünn sein, dass im Sinne von (11)'' auf ihren Oberflächen $\partial\psi_1 : \partial n$ überall kleiner ist, als eine beliebig kleine Grösse. So ist auch gegenwärtig in jedem Punkte des Raumes

$$\psi-\psi_0=\text{const.}=0.$$

Ebenso folgt aus der zweiten Gleichung in (20) auf Grunde (II. 1.) der allgemeinen funktionalen Eigenschaften von ψ und ψ_0, dass überall

$$\psi+\psi_0=\text{const.}=0$$

So folgt $\psi=0$, $\psi_0=0$ auch aus den Gleichungen (20), als für den ganzen unendlichen Raum gültig angenommenen Relationen.

Es muss daher auch die Richtigkeit von (20) für den ganzen Raum ausgeschlossen werden.

6_3. In dem unter (18) bezeichneten Falle ist

$$F^2-F_0^2\equiv\left[\left(\frac{d\psi}{d\varsigma}\right)^2-\left(\frac{d\psi_0}{d\varsigma}\right)^2\right]\left[\left(\frac{\partial\varsigma}{\partial x}\right)^2+\left(\frac{\partial\varsigma}{\partial y}\right)^2+\left(\frac{\partial\varsigma}{\partial z}\right)^2\right]=0$$

nach (11)''.

Vorausgesetzt also, dass (18) für den ganzen Raum gültig ist, so folgt daraus wenigstens

$$\psi-\psi_0=\text{const.}=0$$

oder

$$\psi+\psi_0=\text{const.}=0$$

wodurch auch schon die letzte Gleichung von (18) erfüllt ist.

Wenn wir daher, in der Definition den Fall

$$d\psi+d\psi_0=0$$

ausschliessen, so ist überall

$$\psi=\psi_0.$$

6_4. Wir müssen auch mit der Möglichkeit rechnen, dass in manchen Theilen des Raumes (14), in anderen (17) oder (18) gültig ist.

Vorderhand soll nur von der Verknüpfung von (14) und (17) die Rede sein, d. h. von dem Falle, dass in manchen Theilen des Raumes (14) in anderen (17) gültig ist.

Aus (14) folgt

$$k-k_0=0,\quad k+k_0=0,$$

also im Sinne der Bezeichnungen in (19):

$$\begin{aligned}\frac{\partial}{\partial x}\left(\mu\frac{\partial\psi_1}{\partial x}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(\mu\frac{\partial\psi_1}{\partial y}\right)+\frac{\partial}{\partial z}\left(\mu\frac{\partial\psi_1}{\partial z}\right)=0\\ \frac{\partial}{\partial x}\left(\mu\frac{\partial\psi_2}{\partial x}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(\mu\frac{\partial\psi_2}{\partial y}\right)+\frac{\partial}{\partial z}\left(\mu\frac{\partial\psi_2}{\partial z}\right)=0.\end{aligned}\qquad(22)'$$

Ferner aus der dritten Gleichung von (14) im Sinne von (11)''

$$\frac{\partial\psi_1}{\partial x}\frac{\partial\psi_2}{\partial x}+\frac{\partial\psi_1}{\partial y}\frac{\partial\psi_2}{\partial y}+\frac{\partial\psi_1}{\partial z}\frac{\partial\psi_2}{\partial z}=0. \qquad (22)''$$

Auf so einer Fläche, auf welcher der Raum von (14) und der Raum von (17) angrenzen, kann man noch μ im Sinne von (17) und (19) als bloss eine Funktion von ψ_1 und ψ_2, auffassen. Möge nun μ_0 eine positive Funktion dieser zwei Argumente bedeuten:

$$\mu_0=\mu_0(\psi_1,\psi_2),$$

welche endlich, stetig, einwerthig derivierbar ist im Raume (14), so wie auch ihre ersten Coordinaten-Ableitungen, und welche an der gemeinsamen Grenze von (14) und (17) mit μ übereinstimmt. Ferner sei Φ eine Funktion von gleichen allgemeinen Eigenschaften von ψ_1, wie in (6_3).

Nachdem wir die erste Gleichung von (22)' mit dem Quotienten $\Phi:\mu_0$ und dem Raumelement $D\tau$ multipliziert haben, verrichten wir an derselben eine partielle Integration, sich erstreckend auf so einen Raum τ und auf seine Oberfläche, in welchem (14) gültig ist. Mit Rücksicht auf (22)'', finden wir:

$$\int_\tau \frac{\mu}{\mu_0}\left(\frac{d\Phi}{d\psi_1}-\frac{\Phi}{\mu_0}\frac{\partial\mu_0}{\partial\psi_1}\right)F_1^2\,D\tau+\int_\sigma \Phi\frac{\partial\psi_1}{\partial n}\,D\sigma=0, \qquad (23)$$

wo n die nach dem Inneren von τ weisende Normale des Flächenelementes $D\sigma$ ist. Es wird nämlich dort, wo der Raum τ mit dem Raume von (17) sich berührt $\mu_0=\mu$ im Oberflächen-Integral sein; der zufälligerweise ins Unendliche gehörige Theil dieses Integrals verschwindet aber wegen den Eigenschaften von ψ_1 (I, 1), welche sich aus den Definitionen (II, 1), ergeben.

Lenken wir jetzt unsere Aufmerksamkeit auf einen solchen an τ angrenzenden Raum T, in welchem (17) gültig ist. Multiplicieren wir die erste Gleichung von (20) mit Φ und dem Raumelemente $D\tau$, dividieren wir mit μ, dann verrichten wir daran eine partielle Integration, sich erstreckend auf den Raum T und auf seine Oberfläche S:

$$\int_T\left(\frac{d\Phi}{d\psi_1}-\frac{\Phi}{\mu}\frac{\partial\mu}{\partial\psi_1}\right)F_1^2\,D\tau+\int_S \Phi\frac{\partial\psi_1}{\partial N}\,D\sigma=0. \qquad (24)$$

wo N die nach dem Inneren von T gerichtete Normale des Flächenelementes $D\sigma$ ist.

Ähnliche Gleichungen haben wir in Bezug auf alle Räume τ und T. Der Repräsentant von allen sei (23) und (24). Wir haben nur nothwendig die gemeinschaftlichen Theile der Oberflächen σ und S in Rechnung zu ziehen, denn die ersten Coordinaten-Ableitungen von ψ_1 verschwinden im Unendlichen nach der dritten Ordnung (II. 1.) Für das Fernere mögen σ und S in (23) und (24) nur diese Theile bedeuten.

Nachdem die Factoren des gemeinsamen Elementes $D\sigma$ von σ und S in den Integralen

$$\Phi \frac{\partial \psi_1}{\partial n} \quad \text{és} \quad \Phi \frac{\partial \psi_1}{\partial N}$$

entgegengesetzt gleich sind in Folge des entgegengesetzten Sinnes der Normalen, so ist klar. dass die auf den ganzen unendlichen Raum sich erstreckende Summation ergiebt:

$$\Sigma \int_{\tau} + \Sigma \int_{T} = 0. \tag{25}$$

Wenn nun $\partial\mu_0 : \partial\psi_1$ überall endlich ist, so kann man aus (25) ebenso schliessen, dass $\psi_1 = 0$ ist, wie in (6_2) aus (21).

Ferner in der Voraussetzung, dass diese Ableitungen in einzelnen Punkten, Linien, Flächen unendlich sind, kann man nichtsdestoweniger mit derselben Folgerung begründen, wie in (6_2), dass $\psi_1 = 0$ ist. Und zwar mit genau derselben, denn so wie an Orten, wo $\partial\mu : \partial\psi$, unendlich ist, die Grösse F_1 nach (20) verschwindet, ebenso verschwindet dieselbe wegen (22)'' überall, wo $\partial\mu_0 : \partial\psi_1$ unendlich ist (I. 6. !)

Ähnlicherweise kann man sich überzeugen, dass in der Verknüpfnng von (14) und (17) auch überall $\psi_2 = 0$ ist.

Also wird nach diesem sowohl in der Verknüpfung von (14) und (17) als auch wenn sie gesondert in Betracht kommen

$$\psi_0 = 0, \quad \psi' = 0$$

sein im ganzen unendlichen Raum. Man muss daher auch diesen Fall ausschliessen.

6_5. Nehmen wir jetzt neben den Räumen τ und T auch die Existenz von solchen Räumen in Betracht, in welchen (18) gültig ist.

Aus (18) folgt, in Bezug auf einen jeden Raumtheil, für welchen dasselbe gültig ist, dass wenigstens $\psi - \psi_0 = \text{const.}$ oder $\psi + \psi_0 = \text{const.}$ ist, daher ψ_1 oder $\psi_2 = \text{const.}$ (6_3).

Es sei in den Räumen von (18) überall $\psi_1 = \text{const.}$ Bezüglich der Räume (14) und (17) ist die Integral-Gleichung (25) auch noch jetzt gültig. Es ist zwar wahr, dass es durch jene Oberflächen-Integrale zu ergänzen wäre, welche durch Berührung der Räume τ und T mit den Räumen von (18) entstehen, d. h. sich auf die Berührungsflächen derselben erstrecken; aber die Ableitungen von ψ_1 verschwinden auf diesen Flächen, als auch zu (18) gehörig, und folglich verschwinden auch die zur Ergänzung dienenden Oberflächen-Integrale.

Ist daher in den Räumen (18) überall die Lösung $\psi - \psi_0 = \text{const.}$ gültig, und nirgends die andere ($\psi + \psi_0 = \text{const.}$), dann wird durch die Verknüpfung aller drei Fälle (14), (17), (18) nothwendigerweise

$$\psi = \psi_0.$$

6′. Alles zusammengefasst, führte unsere Analyse zu dem Resultate, dass wir nur die Entgegengesetztheit von $d\psi_0$ und $d\psi$ ausschliessen mit dem Erfordernisse, dass den effektiven mechanischen Kräften eine einzige (L, M, N) sogenannte magnetische Kraft entsprechen soll.

Die am Anfange der Nr. 5 angezeigte ergänzende Bestimmung der magnetischen Kraft schliesst keine anderen möglichen magnetischen Kräfte aus, wie solche, welche entweder im ganzen Raume, oder in einzelnen Theilen desselben mit den bestimmten gerade entgegengesetzt sind.

III. Principielle Ergänzung der Maxwell-Heaviside'schen Gleichungen des elektromagnetischen Feldes.

1a. Maxwell schreibt die Componenten der in beliebigen Mitteln inducierten localen elektromotorischen Kraft (gegenwärtig einfach elektrische Kraft genannt) aus denjenigen Integral-Aus-

drücken auf, welche zur Bezeichnung der in einem unveränderlichen und ruhenden, geschlossenen linearen Leiter inducierten linearen elektromotorischen Kraft dient.* Dies thut er mit jener Allgemeinheit, welche das Verschwinden eines geschlossenen Linien-Integrals erlaubt. So schaltet er additive die Coordinaten-Ableitungen einer im Vorhinein unbestimmten Funktion in die Componenten der localen elektromotorischen Kraft. Von dem in dieser Weise gebildeten Ausdruck-Systeme sagt er (l. c. «Locale Induction» S. 290), dass dies «ist die allgemeinste Form der elektromotorischen Kraft für den Fall, dass ein an sich veränderlicher Körper sich in einem veränderlichen elektromagnetischen Felde bewegt.»

MAXWELL befolgt also jenes Princip in der Bildung seiner Ausdrücke für die locale elektromotorische Kraft, dass sie auf unveränderliche und ruhende geschlossene lineare Leiter angewendet, den erfahrungsmässig benützten Ausdruck liefern sollen.

Dieses Princip befolgt auch HELMHOLTZ in seiner eigenen elektromagnetischen Theorie.**

KIRCHHOFF, der in Bezug auf Leiter, d. h. bezüglich Conductions-Strömungen, als erster Ausdrücke für die locale elektromotorische Kraft aufgestellt hat, stützte sich auf das «Gesetz» von WEBER;*** später befolgte er aber in seinen Vorlesungen ebenfalls dasselbe Princip, nachdem er denjenigen Fehler seiner Formeln bemerkt hat, welchen HELMHOLTZ ausführlich gezeigt hat, dass sie nämlich labile elektrostatische Zustände bedingen. Er schliesst zu den Ausdrücken, welche er für die Induction der Conductions-Ströme in dem III. Bande seiner von PLANCK herausgegebenen Vorlesungen aufstellt, diese Bemerkung bei: «Die Berechtigung hierzu liegt darin, dass, wenn wir diese Gleichungen für den Fall

---

* Im II. Bd der WEINSTEIN'schen deutschen Übersetzung des grossen Werkes von MAXWELL unter dem Titel «Allgemeine Gleichungen für die in der Zeiteinheit inducierten elektromotorischen Kräfte.» S. 287.

** «Ueber die Bewegungsgleichungen der Electricität für ruhende Körper» Borch. Journ. LXXII. 1870. Ges. Abh. I. S. 545., ferner «Die elektrodynamischen Kräfte in bewegten Leitern» Borch. Journ. LXXVIII. 1874. Ges. Abh. I. S. 702.

*** «Ueber die Bewegung der Electricität in Leitern». Pogg. Ann. CII. 1857. Ges. Abh. S. 154.

anwenden, dass die inducierenden Ströme geschlossen sind und der inducierte Strom linear und geschlossen ist, wir zu dem vorher angegebenen Gesetze kommen.» Dann beweist er dies und bemerkt: «Daraus folgt freilich noch nicht, dass diese Formeln die richtigen sein müssen; sie widersprechen aber keiner der bis jetzt vorliegenden Erfahrungen.» (S. 218.) Diese Gleichungen benützt er auch in einem späteren Artikel seiner Vorlesungen (S. 223) zur Construction seiner Ausdrücke für die in dieelectrischen Medien inducierten elektrischen Momente und Polarisations-Strömungen. Auch die von KIRCHHOFF benützte Definition für die locale elektromotorische Kraft ist so wie die ältere ganz speciell, nur frei von dem Fehler der früheren, weil sie stabile elektrostatische Zustände zulässt.

MAXWELL und HELMHOLTZ, beide ebenfalls das angezeigte Princip befolgend, benützt jeder diejenige Verallgemeinerung in seiner Theorie, welche sich auf das Verschwinden des geschlossenen Linien-Integrales eines Funktionelementes stützt. Doch enthält das Princip, wenn wir es nicht auf isotropische Zustände beschränken, sondern erlauben, dass es sich auch auf æolotropische Zustände erstrecke, mehr Allgemeinheit in sich. Wenn wir nicht ausschliessen, ob eingestanden ob stillschweigend die Möglichkeit der Aeolotropie, so können die aus dem Princip sich ergebenden Folgerungen auch mit einer anderen Vielfältigkeit geschehen, welche zwar was ihren analytischen Ursprung betrifft noch primitiver ist, wie jene, doch hat es eine Bedeutung, denn in der elektromagnetischen Theorie des Lichtes führt es zu den magneto-optischen Erscheinungen.

Diese Classe der Vielfältigkeit beruht auf der Ergänzung der Elemente des wiederholt erwähnten Linien-Integrals mit Zusätzen, welche einzeln verschwinden.

1*b*. Dieser Vielfältigkeit kann man noch eine zweite von anderer Natur hinzufügen. Letztere stützt sich auf diejenigen Gleichungen, welche dem analytischen Begriffe der elektromotorischen Kraft den physikalischen Inhalt geben, nämlich in den Gleichungen der Strominduction, welche den Zusammenhang bestimmen, der zwischen den Strömungscomponenten und zwischen den Componenten der elektromotorischen Kraft besteht, und die

schon im Falle von ruhenden unveränderlichen Medien aus zwei Gleichungs-Systemen bestehen, von denen das eine sich auf Conductions-Strömungen, das andere auf Polarisations- (bei MAXWELL Verschiebungs-) Strömungen bezieht.

Bei der Bildung derjenigen, welche sich auf Conductions-Strömungen beziehen, befolgen die Autoren ebenfalls stillschweigend oder eingestanden, wie KIRCHHOFF das Princip, dass ihre Gleichungen auf Strömungen von ruhenden, unveränderlichen geschlossenen linearen Leitern angewendet sich auf den Typus der bekannten erfahrungsmässigen Gleichungen reducieren.

Aber auch bei diesem Vorgang erschöpfen sie nicht vollständig die sich erbietenden Allgemeinheiten. Sie betrachten in vorhinein die Richtung des Conductions-Stromes und der elektromotorischen Kraft als übereinstimmend, und dadurch schliessen sie wieder die Annahme von æolotropischen Zuständen aus. Ihre Gleichungen können aber im Rahmen des von ihnen befolgten Principes allgemeiner gemacht werden, indem man sie in der Weise ergänzt, dass bei Anwendung auf Ströme von geschlossenen linearen Leitern die Elemente des aus der Ergänzung sich ergebenden Theiles des Integral-Ausdruckes der Stromintensität verschwinden sollen.

Durch diese Ergänzung gelangen wir zur Berücksichtigung des HALL'schen Effectes.

Wenn wir aber bedenken, dass die Erfahrung nur auf endlich dünne Leiter sich beziehen kann, denn der Begriff des Linearen ist nur ein idealer Grenzbegriff, können wir mit noch einem principiellen Schritt vorwärts gehen, indem wir die Gleichungen auch in der Weise ergänzen, dass diese für endlich-dünne Leitungsröhren mit grosser Annäherung dieselben Ausdrücke liefern, wie ohne Ergänzung die originalen. In diesem Sinne müssen natürlicherweise die Original-Gleichungen nur als von durchschnittlicher Gültigkeit betrachtet werden, welche nämlich von den effektiven Erscheinungen nur irgend eine durchschnittliche darstellen. Von den in dieser Weise ergänzten Gleichungen kann man in Vorhinein erwarten, dass sie auch für solche Medien passen, in deren chemischer Structur Assymmetrien vorkommen, welche auf die elektrischen Erscheinungen Einfluss ausüben; also kann man hoffen,

dass sie sich auf die «natürlichen» assymmetrischen Medien und auf die «natürliche» Aeolotropie auch beziehen.

In der That werden sich mit dieser Verallgemeinerung die Gleichungen auch auf die sogenannte optische Aktivität der Medien erstrecken.

1*c*. Eine von diesen verschiedene principielle Verallgemeinerung hat der leipziger Professor DRUDE ausgenützt, insoferne er nicht nur gewöhnliche Conductions-Strömungen, sondern auch oscillatorische Entladungen von Leitern durch Dielektrica vor Auge behielt. Auf solche sich stützend, construierte er Gleichungen der localen Induktion (Physik des Aethers 1894 S. 518—524), welche den zuerst von KIRCHHOFF aufgestellten linearen Formeln entsprechen. Infolge dieser Verallgemeinerung erstrecken sich seine Gleichungen auch auf die Erscheinung der Dispersion (l. c. S. 524). Diese Verallgemeinerung kann als Fortsetzung der in obigem bezeichneten betrachtet werden, als weitere Ergänzung von jenen, oder umgekehrt können jene, nachdem dies geschehen ist, ausgeführt werden.

Ich werde hier von den MAXWELL'schen Formeln ausgehen und werde diese mit Einhaltung der angemeldeten principiellen Verfahren verallgemeinern. Ich lasse aber krystallinische Körper ausser Betracht und ausserdem beschränke ich mich auf ruhende Medien; der Übergang auf krystallinische Körper und die Inbetrachtnahme von Bewegungen des Mediums kann nachträglich jedenfalls ohne Hinderniss geschehen, sowie auch die erwähnte DRUDE'sche Verallgemeinerung. Ich bediene mich dabei der MAXWELL'schen Bezeichungen. Ich thue dies nicht nur deshalb, damit ich in Verbindung bleibe mit MAXWELL's Buch, sondern auch deshalb, damit die erreichten Resultate mit den von anderen Autoren (GOLDHAMMER, DRUDE etc.) empirisch oder hypothetisch aufgestellten Ergänzungen direct vergleichbar sein sollen. Eine nunmehr allgemeine Gewohnheit befolgend, rechne ich dabei die elektromotorische Kraft und die elektrische Strömung in elektrischen Einheiten, die magnetische Kraft in magnetischen Einheiten, mit A die reciproke kritische Geschwindigkeit bezeichnend.

2*a*. Unter den MAXWELL'schen Componenten P, Q, R der

auf die Raumeinheit berechneten localen elektromotorischen Kraft sind solche zu verstehen, bei denen der Ausdruck für die lineare elektromotorische Kraft:

$$\int (PDx+QDy+RDz) \equiv E$$

bei ruhenden unveränderlichen geschlossenen Leitern mit dem erfahrungsmässigen Ausdruck übereinstimmt.

Nachdem die Integration auf einer geschlossenen Linie zu führen ist, so verändert sich der Werth von E nicht, wenn wir bezw. zu P, Q, R die Coordinaten-Ableitungen einer regulären Funktion addieren. In den MAXWELL'schen Componenten P, Q, R müssen schon solche Glieder mit verstanden werden.

Aber mit diesen Hinzufügungen erhalten wir noch nicht die allgemeinste Form von P, Q, R, bei welchen E unverändert bleibt. Sobald p, q, r solche Funktionen der Zeit und des Ortes sind, dass der durch sie bestimmte Vektor überall und fortwährend auf die Richtung des Stromes senkrecht steht, so können

$$P+p\equiv X, \quad O+q\equiv Y, \quad R+r\equiv Z \tag{1}$$

anstatt P, Q, R angewendet werden: der Werth der linearen elektromotorischen Kraft E bleibt unverändert. Es behält sogar jedes Element des Integrals seinen alten Werth, denn (p, q, r) ist senkrecht auf das Bahnelement der Integration (Dx, Dy, Dz), daher

$$pDx+qDy+rDz=0.$$

Bezeichnen wir die Componenten der Strömung mit u, v, w. Nachdem der Vektor (p, q, r) überall und stets darauf senkrecht steht, so kann derselbe folglich ausgedrückt werden:

$$\begin{aligned} p &\equiv bw-cv \\ q &\equiv cu-aw \\ r &\equiv av-bu, \end{aligned}$$

wo a, b, c Unbestimmte von zeitlichem Charakter sind. Aber mit Rücksicht darauf, dass die Grundlage unseres Ausganges ein ruhender und unveränderlicher linearer Leiter bildet, bleibt die so eben aufgeschriebene Gleichung auch dann richtig, wenn wir an-

statt (p, q, r) eine Zeit-Ableitung von beliebig hoher Ordnung davon benützen. Indem wir diese Zeit-Ableitungen dadurch bezeichnen, dass wir dem Fusse des Buchstaben die Ordnung der Derivation beifügen, können wir schreiben:

$$p_i Dx + q_i Dy + r_i Dz = 0.$$

Zum Ausdrucke p, q, r kann also benützt werden

$$\begin{aligned} p &= \Sigma(bw - cv)_i \\ q &= \Sigma(cu - aw)_i \\ r &= \Sigma(av - bu)_i , \end{aligned} \tag{2}$$

wo der Index «i» ebenfalls eine Derivation bezeichnet und die Summen-Glieder auch nach den Coefficienten a, b, c verschieden sein können.

Die Verallgemeinerung durch Zufügung der Glieder p, q, r modificiert von den MAXWELL'schen Gleichungen des elektromagnetischen Feldes nur die der Strominduction, insoferne in diese anstatt (P, Q, R) zu schreiben ist (X, Y, Z). Für isotrope Medien sind die MAXWELL'schen Gleichungen der Strominduction die folgenden:

$$\begin{aligned} u &= CP + \frac{K}{4\pi}\frac{\partial P}{\partial t} \\ v &= CQ + \frac{K}{4\pi}\frac{\partial Q}{\partial t} \\ w &= CR + \frac{K}{4\pi}\frac{\partial R}{\partial t} \end{aligned}$$

oder nach HERTZ wegen der Inhomogenität mit gewissen elektromotorischen Kräften (P', Q', R') ergänzt (l. c. S. 218 u. S. 219).

$$u = C(P - P') + \frac{K}{4\pi}\frac{\partial P}{\partial t} \quad \text{u. s. w.}$$

Die ersten Glieder entsprechen dem Conductionstheil der Strömung, die zweiten dem Polarisations- (Verschiebungs-) Theil derselben. Die letzteren sind eigentlich rein hypothetischen Ursprungs. Jetzt ist noch in diese Gleichungen anstatt (P, Q, R) zu schreiben (X, Y, Z), wie dies unten folgen wird.

Die übrigen MAXWELL'schen Gleichungen des elektromagnetischen Raumes bleiben unverändert, nämlich:

$$\begin{aligned} 4\pi A u &= \frac{\partial \gamma}{\partial y} - \frac{\partial \beta}{\partial z} \\ 4\pi A v &= \frac{\partial \alpha}{\partial z} - \frac{\partial \gamma}{\partial x} \\ 4\pi A w &= \frac{\partial \beta}{\partial x} - \frac{\partial \alpha}{\partial y}, \end{aligned} \qquad (A)$$

in welchen die elektromotorische Kraft explicite gar nicht vorkommt; ferner

$$\begin{aligned} A\mu \frac{\partial \alpha}{\partial t} &= \frac{\partial Q}{\partial z} - \frac{\partial R}{\partial y} \\ A\mu \frac{\partial \beta}{\partial t} &= \frac{\partial R}{\partial x} - \frac{\partial P}{\partial z} \\ A\mu \frac{\partial \gamma}{\partial t} &= \frac{\partial P}{\partial y} - \frac{\partial Q}{\partial z} \end{aligned} \qquad (B)$$

welche, oder die æquivalenten Integral-Gleichungen gerade als die Definitionen der MAXWELL'schen elektromotorischen Kraft zu betrachten sind.

Diesen schliessen sich nach den gegebenen Vorbemerkungen, die Gleichungen der Strom-Induction

$$u = C(X - P') + \frac{K}{4\pi} \frac{\partial X}{\partial t} \quad \text{stb.},$$

an. Aber in Aussicht nehmend die in (1*b*) angemeldeten ferneren principiellen Verallgemeinerungen, fügen wir diesen die Componenten ξ, η, ζ eines nachträglich zu charakterisierenden Vektors bei.

$$\begin{aligned} u &= C(X - P') + \frac{K}{4\pi} \frac{\partial X}{\partial t} + \xi \\ v &= C(Y - Q') + \frac{K}{4\pi} \frac{\partial Y}{\partial t} + \eta \\ w &= C(Z - R') + \frac{K}{4\pi} \frac{\partial Z}{\partial t} + \zeta. \end{aligned} \qquad (C)$$

2*b*. Durchschneiden wir eine dünne Stromröhre mit einer Fläche, und es möge die Stromröhre aus dieser Fläche den Theil σ herausschneiden. $D\sigma$ soll die Fläche eines Elementes von σ bezeichnen, und die Richtungscosinuse der Normalen seien l, m, n. Concedieren wir nun, dass das System (C) auch ohne ξ, η, ζ mit genügender Genauigkeit für die Stromröhre die Stromintensität ergiebt:

$$I \equiv \int_\sigma (ul+vm+un)\, D\sigma$$

dessen Grenzwerth ($\sigma=0$; u, v, $w=\infty$) für eine entsprechende Stromlinie die Stromintensität bezeichnet. Die in (C) angegebenen Ausdrücke (mit Beibehaltung von ξ, η, ζ) für die richtigen betrachtend, kann nur in der Weise möglich sein, dass sie auch ohne (ξ, η, ζ) entsprechen, dass

$$\int_\sigma (\xi l+\eta m+\zeta n)\, D\sigma=0. \qquad (*)$$

gesetzt werden darf.

Ich setze von der dünnen Röhre voraus, dass die Peripherie der Fläche σ überall senkrecht auf der Richtung der Strömung stehen kann, ohne dass dieselbe eine Schraubenlinie bilden soll, d. h. ohne dass die Fläche eine Schraubenfläche wäre. Wählen wir auch so die Fläche σ und jetzt um die zwei Ergänzungs-Methoden (1*b*) zu gleicher Zeit zu behandlen, schreiben wir:

$$\xi=\xi_1+\xi_2, \quad \eta=\eta_1+\eta_2, \quad \zeta=\zeta_1+\zeta_2. \qquad (3)$$

Von dem Theil (ξ_1, η_1, ζ_1) fordern wir, dass er auf die Strömung senkrecht stehe und also

$$\begin{aligned} \xi_1 &= b'w-c'v \\ \eta_1 &= c'u-a'w \\ \zeta_1 &= a'v-b'u, \end{aligned} \qquad (4)$$

sei, wo a', b', c' dimensionslose Unbestimmte sind.

Jetzt bleibt in der Gleichung (*) nur (ξ_2, η_2, ζ_2), denn l, m, n sind die Richtungscosinuse der Strömung. Wir wollen ξ_2, η_2, ζ_2 in der Weise wählen, dass im Sinne von (*)

$$\int_{\sigma} (\xi_2 l + \eta_2 m + \zeta_2 n)\, D\sigma = 0$$

sei. Zu dem Zwecke schreiben wir:

$$\begin{aligned} \xi_2 &= \frac{\partial \chi}{\partial y} - \frac{\partial \psi}{\partial z} \\ \eta_2 &= \frac{\partial \varphi}{\partial z} - \frac{\partial \chi}{\partial x} \\ \zeta_2 &= \frac{\partial \psi}{\partial x} - \frac{\partial \varphi}{\partial y}, \end{aligned} \tag{5}$$

und verrichten die STOKES'sche Integration. Ist ein Element der Randlinie von σ der Vektor (Dx, Dy, Dz), dann finden wir mit Erstreckung auf die Randlinie

$$\int (\varphi Dx + \psi Dy + \chi Dz) = 0.$$

(*) kann daher auch so erfüllt sein, dass

$$\varphi Dx + \psi Dy + \chi Dz = 0.$$

Nachdem der Vektor (Dx, Dy, Dz) überall senkrecht steht auf die locale Strömung, so bestehen

$$\varphi = -\rho u, \quad \psi = -\rho v, \quad \chi = -\rho w, \tag{6}$$

wo ρ eine Länge vorstellende Unbestimmte der Lösung bedeutet.

2*c*. Um die Resultate zu sammeln: substituiere ich aus (1) anstatt P, Q, R in die Gleichungen (B) $X—p$, $Y—q$, $Z—r$, dann schreibe ich anstatt p, q, r in diese die rechten Seiten von (2); ferner führe ich ein in die Gleichungen (C) die aus (3), (4), (5), (6) sich ergebenden Werthe von ξ, η, ζ, dann benützte ich die Bezeichnungen:

$$a' + \frac{\partial \rho}{\partial x} \equiv \mathfrak{a}, \qquad b' + \frac{\partial \rho}{\partial y} \equiv \mathfrak{b}, \qquad c' + \frac{\partial \rho}{\partial z} \equiv \mathfrak{c}.$$

Auf diese Weise erscheinen die Gleichungen des elektromagnetischen Feldes im Falle von ruhenden und isotropen wie auch æolotropen Medien in folgender Form:

$$4\pi Au = \frac{\partial\gamma}{\partial y} - \frac{\partial\beta}{\partial z}$$

$$4\pi Av = \frac{\partial\alpha}{\partial z} - \frac{\partial\gamma}{\partial x} \qquad (A)$$

$$4\pi Aw = \frac{\partial\beta}{\partial x} - \frac{\partial\alpha}{\partial y}$$

$$A\mu\frac{\partial\alpha}{\partial t} = \frac{\partial Y}{\partial z} - \frac{\partial Z}{\partial y} + \Sigma\left[\frac{\partial(aw-cu)}{\partial z} - \frac{\partial(bu-av)}{\partial y}\right]_i$$

$$A\mu\frac{\partial\beta}{\partial t} = \frac{\partial Z}{\partial x} - \frac{\partial X}{\partial z} + \Sigma\left[\frac{\partial(bu-av)}{\partial x} - \frac{\partial(cv-bw)}{\partial z}\right]_i \qquad (B)$$

$$A\mu\frac{\partial\gamma}{\partial t} = \frac{\partial X}{\partial y} - \frac{\partial Y}{\partial x} + \Sigma\left[\frac{\partial(cv-bw)}{\partial y} - \frac{\partial(aw-cu)}{\partial x}\right]_i$$

$$u = C(X-P') + \frac{K}{4\pi}\frac{\partial X}{\partial t} + \mathfrak{b}w - \mathfrak{c}v - \rho\left(\frac{\partial w}{\partial y} - \frac{\partial v}{\partial z}\right)$$

$$v = C(Y-Q') + \frac{K}{4\pi}\frac{\partial Y}{\partial t} + \mathfrak{c}u - \mathfrak{a}w - \rho\left(\frac{\partial u}{\partial z} - \frac{\partial w}{\partial x}\right) \qquad (C)$$

$$w = C(Z-Q') + \frac{K}{4\pi}\frac{\partial Z}{\partial t} + \mathfrak{a}v - \mathfrak{b}u - \rho\left(\frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y}\right),$$

wo die Coefficienten a, b, c; $\mathfrak{a}$, $\mathfrak{b}$, $\mathfrak{c}$ und ρ bezüglich ihrer Entstehung von einander unabhängig sind.

3. Um den physikalischen Sinn der eingeschalteten neuen Glieder der Gleichungen zu erkennen, sind nur Vergleiche mit solchen Theorien, bezw. mit solchen empirischen oder hypothetischen Formeln zu machen, welche theils auf den HALL'schen Effect, theils auf magneto-optische Erscheinungen, theils bezüglich der «natürlichen» optischen Aktivität von verschiedenen Autoren aufgestellt wurden.

Die Glieder mit den Coefficienten $\mathfrak{a}$, $\mathfrak{b}$, $\mathfrak{c}$ bilden in den Gleichungen (*C*) eine derartige Ergänzung, welche den HALL'schen Effekt enthält. Mit einem eben solchen Theil ergänzt z. B. für den Effekt LORENTZ die Gleichungen und dann GOLDHAMMER, der davon ausgeht, dass ursprünglich isotrope Medien infolge von Magnetisierung æolotrop werden (Wied. Ann. XXXI. «Ueber die Theorie des HALL'schen Phänomens»).

Die Glieder mit den Coefficienten a, b, c sind solche Ergänzungen der Gleichungen (B), welche in Verbindung mit entsprechenden Grenzflächen-Gleichungen Rechnung ablegen von der Drehung der Polarisationsebene des durch magnetisierte Medien gehenden oder von solchen reflectierten Lichtes. Von dieser Ergänzung kann man nämlich zeigen, dass ihr erstes Glied (jenes, welches der Zeit-Derivation nicht unterworfen, da sein $i=0$ ist) übereinstimmt mit derjenigen Ergänzung, welche GOLDHAMMER und von ihm unabhängig und beinahe gleichzeitig DRUDE den Gleichungen beigefügt haben, um die magneto-rotatorische Polarisation und den KERR'schen Effekt zu demonstrieren (Wied. Ann. «Ueber magneto-optische Erscheinungen,» «Physik des Aethers» S. 584—589 u. s. w.). Sehen wir nämlich jetzt von den Gliedern mit den Coefficienten a, b, c und ρ, ab und bloss optische Erscheinungen und durchsichtige Medien vor Augen haltend, lassen wir auch beiseite die Glieder der Conduction mit dem Coefficienten (C) in den Gleichungen (C); dann setzen wir in den Gleichungen (B) anstatt u, v, w ihre in (C) befindlichen Ausdrücke, in den Gleichungen unter (C) anstatt denselben ihre in (A) befindlichen Ausdrücke, aber behalten wir nur die ersten Glieder $(i=0)$ der Σ Formen. Dann gelangen wir zu den Gleichungen:

$$A\mu\frac{\partial a}{\partial t}=\frac{\partial Y}{\partial z}+\frac{\partial^2}{\partial t\partial z}K(aZ-cX)-\frac{\partial^2}{\partial t\partial y}K(bX-aY), \text{ u. s. w.}$$

$$AK\frac{\partial X}{\partial t}=\frac{\partial \gamma}{\partial y}-\frac{\partial \beta}{\partial z}, \text{ u. s. w.}$$

welche dieselben Formen haben, wie die hierher gehörigen Gleichungen von DRUDE («Physik des Aethers» S. 586 u. s. w.)

Was schliesslich den übrig gebliebenen (mit dem Faktor ρ behafteten) Theil anbelangt, bedeutet dies die gewöhnliche rotatorische Polarisation. Um diesen ergänzenden Theil selbst in Betracht zu ziehen, sehen wir jetzt ab von den mit a, b, c und a, b, c behafteten Gliedern und ausschliesslich auf optische Erscheinungen und durchsichtige Medien beschränkt, lassen wir aus (C) auch die (mit dem Faktor C behafteten) Glieder der Conduction. Nach diesem setzen wir in (C) die Ausdrücke der aus (A) genommenen Strömungscomponenten u, v, w ein. Insoferne das

Medium, was seine Magnetisierung anbelangt, als homogenes betrachtet werden kann, also sein μ gleichmässig ist, haben wir:

$$\frac{\partial \alpha}{\partial x} + \frac{\partial \beta}{\partial y} + \frac{\partial \gamma}{\partial z} = 0.$$

Auch dies in Betracht gezogen, finden wir:

$$A\mu \frac{\partial \alpha}{\partial t} = \frac{\partial Y}{\partial z} - \frac{\partial Z}{\partial y}, \text{ u. s. w.}$$

$$AK \frac{\partial X}{\partial t} = \frac{\partial \gamma}{\partial y} - \frac{\partial \beta}{\partial z} - \rho \Delta \alpha, \text{ u. s. w.}$$

Daraus aber, durch Elimination der elektromotorischen Kraft (X, Y, Z) insoferne K und ρ als gleichmässig genommen werden können, folgt

$$A^2 K\mu \frac{\partial^2 \alpha}{\partial t^2} = \Delta \alpha - \rho \Delta \left(\frac{\partial \beta}{\partial z} - \frac{\partial \gamma}{\partial y} \right), \text{ u. s. w.}$$

Ähnliche Gleichungen finden wir für die elektromotorische Kraft, vorausgesetzt, dass K gleichmässig ist und in dem Medium keine effective Elektricität vorhanden, dass also

$$\frac{\partial X}{\partial x} + \frac{\partial Y}{\partial y} + \frac{\partial Z}{\partial z} = 0.$$

Es wird nämlich nach Elimination der magnetischen Kraft aus den sechs Gleichungen:

$$A^2 K\mu \frac{\partial^2 X}{\partial t^2} = \Delta X - \rho \Delta \left(\frac{\partial Y}{\partial z} - \frac{\partial Z}{\partial y} \right) \text{ u. s. w.}$$

Diese Gleichungen unterscheiden sich von jenen, welche DRUDE nach seiner Methode für aktive Körper (l. c. S. 541. Form. 91) gefunden hat, nur dadurch, dass in den dyssymmetrischen Gliedern bei ihm anstatt der Operation Δ eine Zeitderivation von zweiter Ordnung vorkommt, was zwischen den Grenzen unserer Erfahrungen eine nebensächliche Bedeutung hat. Die Gleichungen hier stimmen mit jenen ersten Formeln überein, welche in der Elasticitäts-Theorie des Lichtes für die rotarische Polarisation

aufgestellt wurden, d. h. mit den MAC-CULLAGH'schen. Benützen wir aber als Licht-Vektor anstatt α, β, γ

$$a' \equiv a - \rho\left(\frac{\partial\beta}{\partial z} - \frac{\partial\gamma}{\partial y}\right), \text{ u. s. w.}$$

bezw. anstatt X, Y, Z

$$X' \equiv X - \rho\left(\frac{\partial Y}{\partial z} - \frac{\partial Z}{\partial y}\right), \text{ u. s. w.}$$

so wird für den gewöhnlichen Fall, dass ρ ein so kleiner gleichmässiger Werth ist, das umgekehrt

$$a \equiv a' - \rho\left(\frac{\partial\gamma}{\partial y} - \frac{\partial\beta}{\partial z}\right) = a' - \rho\left(\frac{\partial\gamma'}{\partial y} - \frac{\partial\beta'}{\partial z}\right) \text{ u. s. w.}$$

$$X = X' - \rho\left(\frac{\partial Z}{\partial y} - \frac{\partial Y}{\partial z}\right) = X' - \rho\left(\frac{\partial Z'}{\partial y} - \frac{\partial Y'}{\partial z}\right) \text{ u. s. w.}$$

mit grosser Annäherung gesetzt werden kann, dann nehmen unsere Gleichungen ganz die DRUDE'schen Formen an, denn unsere Gleichungen übergehen nach der Substitution (mit Rücksicht darauf, dass ρ gleichförmig ist) in die folgenden:

$$A^2 K\mu \frac{\partial^2}{\partial t^2}\left[a' + \rho\left(\frac{\partial\beta'}{\partial z} - \frac{\partial\gamma'}{\partial y}\right)\right] = \Delta a' \text{ u. s. w.}$$

$$A^2 K\mu \frac{\partial^2}{\partial t^2}\left[X' + \rho\left(\frac{\partial Y'}{\partial z} - \frac{\partial Z'}{\partial y}\right)\right] = \Delta X' \text{ u. s. w.}$$

4. Den Übergang von ruhenden Medien zu beweglichen wünsche ich noch zum Schlusse mit einer Bemerkung zu begleiten.

HERTZ hat die Veränderungs-Geschwindigkeiten in ruhenden Medien, nämlich die Veränderungs-Geschwindigkeiten der magnetischen und elektrischen Polarisation, nach seiner Bezeichnnng

$$\left(\frac{\partial\mathfrak{L}}{\partial t}, \frac{\partial\mathfrak{M}}{\partial t}, \frac{\partial\mathfrak{N}}{\partial t}\right) \text{ und } \left(\frac{\partial\mathfrak{X}}{\partial t}, \frac{\partial\mathfrak{Y}}{\partial t}, \frac{\partial\mathfrak{Z}}{\partial t}\right)$$

auf Grund von wahrscheinlichen Hypothesen mit für bewegliche Medien gültigen Ausdrücken ergänzt (l. c. 258, 259, 260), welche er kurz so charakterisiert: «Wir behaupten nun, es sei der Einfluss

der Bewegung derart, dass wenn er allein wirksam wäre, er die magnetischen Kraftlinien mit der Materie fortführen würde.» Ich verweise bezüglich der eingehenden Stylisierung und Anwendung derselben auf sein Buch, in welchem dies so wie auch jedes Andere, sehr klar vorgetragen ist. Was ich hier bemerken will, besteht darin, dass man auf eine einfache Weise einen solchen materiellen elementaren Vektor definieren kann als Funktion von Zeit und Ort, dass der Verschiebungscomponent seiner Veränderungs-Geschwindigkeit der HERTZ'schen Definition entspricht.

Sind die Componenten der Geschwindigkeit der Massenbewegung in Orte x, y, z, gleich $\dot{x}, \dot{y}, \dot{z}$ (bei HERTZ a, β, γ; ferner steht bei ihm anstatt des Differentiationszeichens ∂ überall d), so werden im Sinne der Hypothese von HERTZ die MAXWELL-HEAVISIDE-schen Gleichungen für ruhende Medien von denjenigen für bewegte Medien darin unterschieden, dass in letzteren anstatt den Veränderungs-Geschwindigkeiten

$$\frac{\partial \mathfrak{L}}{\partial t} \text{ u. s. w. und } \frac{\partial \mathfrak{X}}{\partial t} \text{ u. s. w.}$$

$$\frac{\partial \mathfrak{L}}{\partial t} + \frac{\partial (\mathfrak{L}\dot{y} - \mathfrak{M}\dot{x})}{\partial y} - \frac{\partial (\mathfrak{N}\dot{x} - \mathfrak{L}\dot{z})}{\partial z} + \left(\frac{\partial \mathfrak{L}}{\partial x} + \frac{\partial \mathfrak{M}}{\partial y} + \frac{\partial \mathfrak{N}}{\partial z}\right)\dot{x} \text{ u.s.w.}$$

$$\frac{\partial \mathfrak{X}}{\partial t} + \frac{\partial (\mathfrak{X}\dot{y} - \mathfrak{Y}\dot{x})}{\partial y} - \frac{\partial (\mathfrak{Z}\dot{x} - \mathfrak{L}\dot{z})}{\partial z} + \left(\frac{\partial \mathfrak{X}}{\partial x} + \frac{\partial \mathfrak{Y}}{\partial y} + \frac{\partial \mathfrak{Z}}{\partial z}\right)\dot{x} \text{ u.s.w.}$$

zu schreiben ist.

Nehmen wir einen materiellen elementaren Vektor in Betracht, welcher was die Richtung anbelangt überall übereinstimmt, was aber die Grösse anbelangt, proportioniert ist mit der magnetischen oder elektrischen Polarisation, in einem beliebigen Moment, übrigens aber überall bestimmt ist durch das Produkt des Entfernungsvektors von zwei sehr nahen individuellen Massenpunkten und der materiellen Dichtigkeit, (ξ, η, ζ) bezeichne diesen Vektor; die vollständigen Veränderungs-Geschwindigkeiten seiner Componenten sind

$$\dot{\xi} = \frac{\partial \xi}{\partial t} + \frac{\partial \xi}{\partial x}\dot{x} + \frac{\partial \xi}{\partial y}\dot{y} + \frac{\partial \xi}{\partial z}\dot{z}, \text{ u.s.w.}$$

Um aus diesen die Verschiebungscomponenten auszusondern, müssen wir von diesen diejenigen Veränderungs-Geschwindig-

keiten subtrahieren, welche von der Veränderung der Länge und Richtung des Strecken-Vektors und von der Veränderung der Massen-Dichtigkeit herrühren. Die zu den ersten zwei Gattungen gehörigen sind:

$$\frac{\partial \dot{x}}{\partial x}\xi + \frac{\partial \dot{x}}{\partial y}\eta + \frac{\partial \dot{x}}{\partial z}\zeta, \quad \text{u. s. w.}$$

die der dritten angehörigen:

$$-\left(\frac{\partial \dot{x}}{\partial x} + \frac{\partial \dot{y}}{\partial y} + \frac{\partial \dot{z}}{\partial z}\right)\xi, \quad \text{u. s. w.}$$

wie dies die Kinematik der nicht starren Körper rechtfertigt. Nach verrichteten Subtractionen können die resultierenden Ausdrücke leicht auf die Form der hier verzeichneten HERTZ'schen Ergänzungen überführt werden.

7.

DIE ALGEBRAISCHE GRUNDLAGE DER ANWENDUNGEN DES MECHANISCHEN PRINCIPS VON FOURIER.

Von Prof. JULIUS FARKAS an d. Univ. Kolozsvár.

Vorgelegt der Akademie in der Sitzung vom 17. Oktober 1898.

Aus »Mathematikai és Természettudományi Értesítő« (Mathematischer und Naturwissenschaftlicher Anzeiger.) Bd. XVI, pp. 361—364.

Schon in zwei Mittheilungen habe ich diesen Gegenstand behandelt. Jetzt in dieser dritten geschieht dies in verhältnissmässig sehr einfacher Weise, von welcher man kaum eine einfachere finden kann, insoferne nämlich man in Betracht zieht, dass wie viel immer von einander unabhängige homogene, lineare Ungleichheiten einander zugeordnet werden können, sobald die Anzahl der Variablen grösser ist, als zwei. Diesen Fall zieht auch eine in neuerer Zeit erschienene Arbeit (HENNEBERG, Crelle Journ. 1894) nicht in Betracht. Aber vorwiegend aus dem Gesichtspunkte dieser Allgemeinheit ist nützlich die Anwendung der allgemeinen analytischen Methode.

Es sei

$$\begin{array}{l} A_{11}u_1+A_{12}u_2+\cdots+A_{1n}u_n\equiv\theta_1\geqq 0 \\ A_{21}u_1+A_{22}u_2+\cdots+A_{2n}u_n\equiv\theta_2\geqq 0 \\ \cdots\cdots\cdots\cdots \\ \cdots\cdots\cdots\cdots \end{array} \qquad (1)$$

unser System von Ungleichheiten, und in jeder Lösung derselben möge

$$A_1u_1+A_2u_2+\cdots+A_nu_n\equiv\vartheta\geqq 0. \qquad (2)$$

sein.

Die multiplikatorische Grundlage der Anwendungen des mechanischen Principes von FOURIER bildet folgender Lehrsatz: es giebt immer solche nicht-negative, von den Variablen u unabhängige Multiplicatoren λ, dass

$$\vartheta \equiv \lambda_1\theta_1+\lambda_2\theta_2+\cdots \qquad (3)$$

ist.

In folgendem habe ich die Absicht, den möglichst einfachsten, ganz strengen und vollkommenen Beweis dieses Satzes zu geben.

*

Der in (2) befindliche Coefficient A_n sei von 0 verschieden. Berechnen wir aus (2) die Variable u_n, als Funktion der übrigen u und ϑ, und dann substituieren wir sie überall in (1) durch diese Funktion. Wenn dies geschehen, dividieren wir die einzelne Ungleichheiten mit dem absoluten Werth des Coefficienten des in ihnen befindlichen ϑ (insoferne derselbe von 0 verschieden ist). Das Resultat des Vorganges sei

$$\begin{aligned} \vartheta+p_1 \equiv \theta_{p_1} \geqq 0, \quad & \vartheta+p_2 \equiv \theta_{p_2} \geqq 0, \ldots \\ r_1 \equiv \theta_{r_1} \geqq 0, \quad & r_2 \equiv \theta_{r_2} \geqq 0; \ldots \\ -\vartheta+q_1 \equiv \theta_{q_1} \geqq 0, \quad & -\vartheta+q_2 \equiv \theta_{q_2} \geqq 0, \ldots \end{aligned} \qquad (1)'$$

wo $p_1, p_2 \ldots, r_1, r_2 \ldots,$ lineare, homogene ganze Funktionen der Variablen $u_1, u_2, \ldots u_{n-1}$ bedeuten.

Nach der Voraussetzung ist in jeder Lösung des Systemes, d. h. in jedem dasselbe befriedigende Werthsystem $\vartheta, u_1, u_2, \ldots u_{n-1}$

$$\vartheta \geqq 0. \qquad (2)'$$

In der ersten Zeile von (1)' ist nothwendiger Weise wenigstens eine Ungleichheit, denn wenn die erste Zeile nicht bestehen würde, so könnte $\vartheta<0$ sein.

Jetzt schreibe ich anstatt dem System (1)' ein anderes auf, welches sich von diesem darin unterscheidet, dass es anstatt der dritten Zeile solche Ungleichheiten enthält, welche aus (1)' durch Eliminationen der Grösse ϑ entstehen:

$$\begin{aligned}
\vartheta+p_1 &\equiv \theta_{p_1} \geqq 0, \quad \vartheta+p_2 \equiv \theta_{p_2} \geqq 0, \ldots \\
r_1 &\equiv \theta_{r_1} \geqq 0, \quad r_2 \equiv \theta_{r_2} \geqq 0, \ldots \\
p_1+q_1 &\equiv \theta_{p_1}+\theta_{q_1} \geqq 0, \quad p_1+q_2 \equiv \theta_{p_1}+\theta_{q_2} \geqq 0, \ldots \\
p_2+q_1 &\equiv \theta_{p_2}+\theta_{q_1} \geqq 0, \quad p_2+q_2 \equiv \theta_{p_2}+\theta_{q_2} \geqq 0, \ldots \\
&\cdots\cdots\cdots\cdots \\
&\cdots\cdots\cdots\cdots
\end{aligned} \tag{1''}$$

Auch in jeder Lösung dieses Systemes ist

$$\vartheta \geqq 0. \tag{2''}$$

Setzen wir nämlich voraus, dass hier $\vartheta<0$ sein kann. Dann folgt aus der ersten Zeile, dass ein jedes $p>0$. Ist p_1 das kleinste p, so kann darin ϑ noch den Werth $-p_1$ haben. So aber wird nach der dritten Zeile von (1)'' auch die dritte Zeile von (1)' erfüllt sein, also auch das ganze System (1)'. Nun kann dies aber nach der Voraussetzung nur für nicht-negative Werthe von ϑ befriedigt werden: also kann auch bei jeder Lösung von (1)'' nur $\vartheta \geqq 0$ sein.

Nach dieser Begründung beschränken wir uns vor der Hand auf jene specielle Lösungen von (1)'', in welchen kein p negativ ist, also in welchen

$$\begin{aligned}
p_1 &\geqq 0, \quad p_2 \geqq 0, \ldots \\
r_1 &\geqq 0, \quad r_2 \geqq 0, \ldots \\
p_1+q_1 &\geqq 0, \quad p_1+q_2 \geqq 0, \ldots \\
p_2+q_1 &\geqq 0, \quad p_2+q_2 \geqq 0, \ldots \\
&\cdots\cdots\cdots \\
&\cdots\cdots\cdots
\end{aligned} \tag{1$_1$}$$

Jedenfalls existiert eine solche Lösung von (1)'', welche (1)$_1$ befriedigt (nämlich wenigstens dadurch, dass alle p, q, r verschwinden).

In (1)$_1$ ist wenigstens ein gewisses p stets $=0$; denn wenn alle p auf einmal >0 sind, so könnte $\vartheta<0$ sein in (1)'', ferner wenn alle p nicht auf einmal >0 sein könnten, dann könnten sie es auch auf einmal sein (da die Summe von richtigen Ungleichheiten auch eine richtige Ungleichheit ist).

Es sei nun, dass in jeder Lösung von $(1)_1$ $p=0$, also in
en

$$-p_1 \geqq 0, \qquad (2)_1$$

id setzen wir voraus, dass im Falle von $n-1$ Leitgrössen der zu weisende Satz besteht. Dann besteht er in Bezug auf $(1)_1$ und $_1$, denn in diesen kommen nur die $u_1\ u_2 \ldots u_{n-1}$ vor. Es exi-eren daher solche nicht-negative Multiplicatoren P, Q, R, dass

$$\begin{aligned} -p_1 \equiv\ & P_1 p_1 + P_2 p_2 + \cdots + R_1 r_1 + R_2 r_2 + \cdots \\ & + Q_{11}(p_1+q_1) + Q_{12}(p_1+q_2) + \cdots \\ & + Q_{21}(p_2+q_1) + Q_{22}(p_2+q_2) + \cdots \\ & \cdots\cdots\cdots\cdots \\ & \cdots\cdots\cdots\cdots \end{aligned} \qquad (3)_1$$

Mit Hilfe dieser Gleichung kann man aber im Falle von n eitgrössen auch schliessen auf die Richtigkeit des Grundsatzes, ass heisst, man kann folgern auf (3). Aus (1)'' lässt sich nämlich nit Rücksichtnahme auf $(3)_1$ nach leicht erkennbaren Operationen chliessen, dass:

$$\begin{aligned} (1+P_1)\ & \vartheta_{p_1} + P_2\vartheta_{p_2} + \cdots + R_1\vartheta_{r_1} + R_2\vartheta_{r_2} + \cdots \\ & + Q_{11}(\vartheta_{p_1} + \vartheta_{q_1}) + Q_{12}(\vartheta_{p_1} + \vartheta_{q_2}) + \cdots \\ & + Q_{21}(\vartheta_{p_2} + \vartheta_{q_1}) + Q_{22}(\vartheta_{p_2} + \vartheta_{q_2}) + \cdots \\ & + \cdots\cdots\cdots\cdots \equiv (1+P_1+P_2+\cdots)\,\vartheta. \end{aligned}$$

8.

ÜBER DIE WIRKUNG EINIGER SCHWERER METALLE AUF DIE STRUCTUR DER QUERGESTREIFTEN MUSKELN.

Von Dr. ÁRPÁD von BÓKAY,

Professor der Pharmacologie an der Kön. Ung. Universität zu Budapest, corr. Mitgl. der ungar. Akad. d. Wiss.

Vorgelegt der III. Cl. der ung. Akademie am 17. Mai. 1897.

Aus «Mathematikai és Természettudományi Értesitő» (Math. u. Naturwiss. Anzeiger) Band XV, pp. 192—223.

Die pharmacohistologische Forschung, deren Wichtigkeit ich nicht genug betonen kann, und die mich und meine Schüler bereits seit Jahren beschäftigt, hat, wiewohl sie eines der dankbarsten Gebiete betrifft, bisher nur eine verhältnissmässig geringe Anzahl von Anhängern gefunden. Und doch erschliesst die Histologie, bei unseren pharmacodynamischen Untersuchungen methodisch angewendet, eine ganze Fülle von neuen Thatsachen, die zur näheren Beleuchtung und Erklärung der bisher gewonnenen experimentellen Ergebnisse dienen können.

Dieser Richtung huldigt auch die nachfolgende Arbeit; dieselbe soll die auf die quergestreiften Muskeln ausgeübte histologische Wirkung solcher schwerer Metalle klarlegen, die sowohl durch die klinische Erfahrung, als auch durch die Pharmacologie bereits als die Muskelfunction wesentlich beeinträchtigende Agentien erkannt wurden und von welchen wir einerseits nicht wissen, ob sie in den quergestreiften Muskeln histologische Veränderungen bewirken, andererseits, wenn dies der Fall wäre, welcher Natur dieselben seien, ob primärer oder secundärer, und ob sie von den Erkrankungen des Nervensystems abhängen?

Die schweren Metalle, die ich untersuchte, sind: Kupfer, Zink, Cadmium, Eisen und Mangan; hieher gehören eigentlich auch das Quecksilber und das Blei; doch will ich die Ergebnisse meiner diesbezüglichen Untersuchungen erst später publicieren. Die Aufklärung der erwähnten Fragen ist für das Verständniss der pharmacologischen und toxischen Wirkung jener Metalle um so wichtiger, als ja die in der Litteratur vorhandenen Erklärungen der durch diese Metalle verursachten Muskellähmungen durchaus divergierend sind. Ausser diesen Metallen und deren Verbindungen giebt es noch eine Reihe von Substanzen organischer und anorganischer Natur, — von manchen Autoren Muskelgifte genannt, — die bezüglich ihrer histologischen Einwirkung auf die Musculatur auch noch nicht erforscht wurden, wiewohl man von der grossen Mehrzahl derselben eine solche Wirkung um so mehr voraussetzen kann, als ihr Einfluss auf die Arbeitsfähigkeit, die Arbeitskraft und auf die Erregbarkeit der Muskeln durch graphische Methoden festgestellt, von den meisten dieser Substanzen sogar eine intensive Wirkung auf den einen oder anderen chemischen Bestandtheil der Muskeln nachgewiesen wurde. (Heffter).[1] Von den Metallen, die ich einer Prüfung im erwähnten Sinne unterwarf, gehören, nach den Äusserungen des hervorragenden englischen Forschers Lauder Brunton,[2] Kupfer, Zink und Cadmium, in grossen Mengen gehört sogar Eisen zu derjenigen Gruppe der Muskelgifte, die die Arbeitsfähigkeit der Muskeln wohl herabsetzen, deren Reizbarkeit aber nicht beeinflussen; das Mangan ist, laut Lauder-Brunton den Muskeln gegenüber wirkungslos. Es wäre merkwürdig, wenn die Metalle, die die Function der Muskeln so wesentlich verändern können, die Structur derselben unberührt liessen, wo es doch jedem Pathologen bekannt ist, dass der Organismus kein labileres, empfindlicheres Gewebe aufzuweisen hat, als gerade die Muskulatur.

Es war nun gerade dieser hohe Grad von Empfindlichkeit, der mich bereits bei meinen ersten Versuchen veranlasste, Vorsicht walten zu lassen, um nicht gewisse mikroskopische Befunde, die zwar von dem gewohnten Muskelbilde abweichen, jedoch oft auch an den Muskeln gesunder Thiere zu sehen sind, irrthümlich dem Einflusse obiger Metalle zuzuschreiben; daher ich als pathologisch nur

hochgradige Veränderungen und solche gelten liess, die ich wiederholt, bei verschiedenen Thieren und immer in derselben Weise eintreten sah.

Grosse Vorsicht in der Beurtheilung der Befunde war aber auch aus einem anderen Gesichtspunkte geboten. Jedem Histologen ist es bekannt, dass die quergestreiften Muskeln ihr normales Structurbild unter bestimmten histologischen Verfahren einbüssen; Essigsäure lässt in ihnen glänzende interstitielle Körnchen erscheinen; unter der Behandlung mit destillirtem Wasser verlieren sie die Querstreifung und erscheinen ausgesprochen längsgestreift; in Alcohol gehärtete Muskeln können mittelst Nadeln der Länge nach in sogenannte Primitiv-Fibrillen zerzupft werden, während sie unter der Einwirkung anderer Reagentien, z. B. der Chromsäure in Querscheiben zerfallen. *Alle diese Bilder können aber auch als pathologische vorkommen.* Darum war es mir nicht erlaubt die, dem vergifteten, jedoch noch lebenden, oder höchstens soeben verendenden Thiere entnommenen Muskeln, die sogleich in physiologischer Kochsalz-, oder in einer anderen physiologischen Lösung untersucht wurden, zur Gewinnung von Dauerpräparaten nach solchen Methoden zu behandeln, die allein schon solche Bilder hervorrufen, welche auch als pathologische Befunde angesehen werden könnten. Um Dauerpräparate herzustellen, benutzte ich stets die Goldchlorid-Osmiumsäure-Methode nach Löwit-Mays-Thanhoffer. Die erwähnte Methode ist vor Allem die zur klarsten Conservierung der Structur der quergestreiften Muskeln geeigneteste; ferner bietet sie den grossen Vortheil, gleichzeitig auch die beste Methode zur Darstellung der motorischen Nervenendigungen zu sein, wie dies v. Csiky, ein Schüler v. Thanhoffer's hervorhob,[3] und wie dies auch Babes und Blocq[4] in dem auf die Pathologie der Nervenendigungen bezüglichen Hefte ihres vorzüglichen Atlas' bezeugen.

Um zu entscheiden, ob die gefundenen Muskelveränderungen primär oder secundär seien, untersuchte ich ausser den motorischen Nervendigungen sowohl die Nervenstämme, wie auch das Rückenmark, erstere mittelst der Osmiumsäure, letzteres mittelst der Nissl'schen Methode.

Als Versuchsthiere dienten mir Frösche, weisse Mäuse,

Kaninchen und Hunde. Namentlich sind die Muskeln der beiden ersterwähnten Thierarten ausserordentlich bequem zu untersuchen, geben schöne, lebhafte Bilder, und sind, was die Nervenendigungen anbelangt, Objecte ersten Ranges. Bei genannten Thieren erzeugte ich nun theils acute, theils, insofern es möglich war, chronische Vergiftungen, und untersuchte die Musculatur in verschiedenen Stadien der Vergiftung; zunächst in einer physiologischen Flüssigkeit, dann nach Schnellfärbung mit Methylenblau, zum Schluss nach der Behandlung mit Goldchlorid-Osmiumsäure. Um, zur Bestimmung einer etwaigen Muskelatrophie Querschnitte herzustellen, bediente ich mich für die Härtung des Muskels meistens der MÜLLER'schen Flüssigkeit, die zum 10. Theile mit Formalin versetzt war; zuweilen aber auch der ZENKER'schen oder FLEMMING'schen Flüssigkeit.

I. Wirkung des Kupfers auf die quergestreiften Muskeln.

Beim Menschen sowohl als bei den zu Versuchszwecken verwendeten kalt- und warmblütigen Thieren sind die im Krankheitsbild der acuten und subacuten Kupfervergiftung am eclatantesten hervortretenden Symptome: die ausserordentlich früh eintretenden und rasch fortschreitenden Muskellähmungen; auch tritt der Tod meistens infolge einer Lähmung der Athmungsmusculatur ein, seltener durch primäre Lähmung des Herzmuskels. Der totalen Lähmung geht zunächst Muskelschwäche voran, worauf dann fibrilläre Zuckungen (daher das Zittern der Extremitäten), Parese und Paralyse folgen. Wie bekannt, wurde die Wirkung des Kupfers auf die Musculatur am eingehendsten von HARNACK[5] im Jahre 1875 untersucht. Zur Vergiftung der Thiere bediente er sich des weinsauren Kupferoxyd-Natriums, einer Verbindung, die im Gegensatz etwa zum schwefelsauren und essigsauren Kupfer eine locale Wirkung kaum entfaltet, sich in Wasser sehr gut löst, und Eiweiss blos in saurer Lösung fällt; daher zum Studium der Fernwirkung des Kupfers sich besser eignet, als alle die übrigen löslichen Kupfersalze. — HARNACK's Erfahrungen über die Wirkung des Kupfers auf die Muskeln sind in folgendem Satze ausgedrückt: «Est ist ein seltener Fall, wenn

die Einwirkung einer Giftsubstanz auf den quergestreiften Muskel eines Säugethiers in so handgreiflicher, leicht zu erkennender Weise sich geltend macht». Hiemit stimmen auch die älteren Angaben von Orfila, Blake und Anderen überein, sowie auch die neueren Erfahrungen von Ellenberger, Hofmeister und Tschirch. Neuestens hatten Leo Schwartz[6] und Filehne[7] die Wirkungen des Kupfers pharmacologisch untersucht. Schwartz hat mit Kupferalbuminsäure gearbeitet. Diese Verbindung wurde nach dem Muster der von Marfori und Schmiedeberg dargestellten Eisenalbuminsäure hergestellt. Mit diesem Präparate, nämlich mit der Kupferalbuminsäure, erlangte Schwartz dieselben Resultate wie Harnack mit seinem Doppelsalze, nur trat bei letzterem die Wirkung langsamer ein, indem im Organismus das Kupfer aus dieser Verbindung sich nur sehr langsam abspaltet. Nach Filehne wäre zwar der Tod bei Kupfervergiftungen nicht auf Muskellähmung zurückzuführen, aber auch er stellt die wichtige Rolle derselben im Krankheitsbilde dieser Vergiftungen fest.

Meine eigenen Versuche an Fröschen, weissen Mäusen und Kaninchen, mittelst schwefel- und essigsaurem Kupfer, dann mit weinsaurem Kupferoxydnatrium und Kupferalbuminsäure bestätigen vollkommen die Angaben von Harnack und Schwartz; ich will nur erwähnen, dass ich die beim Eintreten der Parese am ganzen Körper sichtbaren fibrillären Zuckungen als besonders charakteristisch für peracute Vergiftungen fand; desgleichen auch den von den Autoren nicht erwähnten Umstand, dass die Reflexe zur Zeit, wo die Muskellähmungen noch nicht sehr vorgeschritten sind, verstärkt sind, ja sogar ein mässiger Reflextetanus festzustellen ist; ferner sah ich bei Fröschen, was v. Kétly[8] an einem vergifteten Menschen sah und beschrieb, dass nämlich durch mechanische Reizung von den Muskeln und Sehnen aus noch stärkere tonische Contractionen auszulösen waren, wie bei Tetanie; begreiflicherweise nur zu Beginn der Vergiftung, und nur in einzelnen Muskelgruppen.

Es fragt sich nun, welchen Ursprunges die erwähnten Muskellähmungen sind? — Harnack glaubt an eine directe Läsion der Musculatur, einerseits, weil die vollständige Intactheit der Willens- und Gefühlssphäre an eine Läsion des centralen Nerven-

systems überhaupt nicht denken lässt; andererseits, weil die Abnahme und das schliessliche Aufhören der directen Muskelerregbarkeit und das Ausbleiben der Todtenstarre direct auf eine Läsion der Musculatur selbst hinweisen. ROGER,[9] der mit Kupferalbuminat arbeitete, schreibt die fortschreitende Muskellähmung einer aufsteigenden Rückenmarkslähmung zu; KÖCK,[10] der mit neutralem, essigsaurem Kupfer experimentierte, folgert aus den an Kaninchen und Tauben beobachteten Krämpfen (die wahrscheinlich Erstickungskrämpfe waren) auf eine Läsion der motorischen Nerven. TSCHIRCH und SCHWARTZ theilen HARNACK's Ansicht. FILEHNE meint — allerdings nur auf Grund eines meiner Ansicht nach nicht massgebenden Versuches — abweichend von den vorerwähnten Autoren, dass man eine Lähmung des centralen Nervensystems nicht ausschliessen könne. Dieser Versuch FILEHNE's betraf einen Frosch, dem er die eine hintere Extremität aus dem Blutkreislaufe ausgeschaltet hatte, um auf diese Weise dem Kupfer den Weg zu den betreffenden Muskeln zu verlegen. Bei diesem Thiere sah er nun an der abgebundenen Extremität ebenfalls Lähmungserscheinungen auftreten, die er einer centralen Wirkung des Kupfers zuschreibt; aber wobei er den Umstand ausser Acht liess, dass die Sistierung der Blutversorgung an sich genügt, um auch, wie ich es oft sah, den Froschmuskel paretisch zu machen. Viel wichtiger, als die von FILEHNE angeführten Argumente, die für eine Läsion des centralen Nervensystems durch das Kupfer sprechen, — wobei natürlich eine gleichzeitige primäre Läsion der Muskulatur nicht ausgeschlossen ist, — sind einige von den Symptomen, die an dem vergifteten Menschen beobachtet wurden, und zwar Convulsionen zu Beginne der Vergiftung, Betäubung, Sopor, Coma, die auf eine Läsion des Gehirns hinweisen; weiterhin die von KÉTLY beschriebenen tetanieartigen Symptome, die laut diesem Autor von einer pathologischen Erregung der vorderen grauen Substanz des Rückenmarkes herrühren sollen.

Aus diesen Literatur-Angaben, dürfte, wie ich meine, für Jedermann die Überzeugung hervorgehen, dass es sich bei den acuten Kupfervergiftungen um eine primäre Lähmung der quergestreiften Muskeln handelt, und dass, wenn auch eine Läsion

des centralen oder peripherischen Nervensystems nicht ausgeschlossen werden kann, die Muskellähmungen von jener unabhängig entstehen und diese beiden Processe parallel nebeneinander vor sich gehen. Es werden denn nun, wenn durch das Kupfer eine directe Lähmung der Muskeln bedingt wird, und diese Lähmungen so rasch und vollkommen sich entwickeln, wie dies von den Autoren beschrieben wird, in den quergestreiften Muskeln, deren Structur als sehr labil bekannt ist, auch histologische Veränderungen zu erwarten sein. Dass sich in der That wesentliche Gewebsveränderungen einstellen, die den Autoren bisher entgangen sind, geht aus meinen nunmehr zu beschreibenden Experimenten hervor.

Ein oder zwei Kubikctm, einer 1%-igen, mittelst physiologischer Kochsalzlösung hergestellten Lösung des weinsauren Kupferoxyd-Natriums wurden grossen Fröschen theils unter die Haut, theils in einen grösseren Nebenast der Vena abdominalis gespritzt. Diejenigen Thiere, welche die Kupferlösung direct in ihr Gefässsystem eingespritzt bekommen hatten, starben später, jedoch innerhalb 24 Stunden. Ob nun das Gift auf die eine oder andere Weise angewendet wurde, traten immer, bereits nach $^1/_2$—1 Stunde Muskellähmungen auf, erst an den hinteren, dann an den vorderen Extremitäten, schliesslich an den Hals- und Kopfmuskeln, zunächst bloss als Parese, nachher als Paralyse. Todtenstarre stellte sich nach dem Tode nicht ein. Wenn ich nun an dem vollkommen gelähmten bewegungslosen Thiere, dessen Herz aber noch arbeitete, die von der Haut entblössten Muskeln direct galvanisch oder faradisch reizte, sah ich überhaupt keine Muskelcontractionen eintreten. Ich will noch hinzufügen, dass ein auf dem Electroden-Objecttisch gereiztes Muskelbündelchen durch das Microscop beobachtet, bereits $^1/_4$—$^1/_2$ Stunde nach der Vergiftung seine Contractionsfähigkeit eingebüsst hatte; ja, es hörte sogar die Reizbarkeit eines Bündelchens, dessen Contractilität am JENDRÁSSIK'schen Objecttisch gut beobachtet werden konnte, bereits nach 1—2 Minuten auf, wenn ich es mit ein-zwei Tropfen der obigen Kupferlösung benetzte. Wenn ich aus den Schenkelmuskeln des vor 2—3 Stunden vergifteten, aber noch lebenden Thieres kleine Stückchen herausschnitt, und dieselben in physio-

logischer Kochsalzlösung, eventuell auch mit Methylenblau gefärbt, zerzupfte, oder am Objectträger gelinde zerdrückte, konnte ich schon den beginnenden Schwund der Querstreifung beobachten, und zwar am frühesten an den Rändern der Fasern; andererseits traten in der Faser kleine Tröpfchen oder Körnchen auf, gleichzeitig mit einer sehr deutlichen Längsstreifung oder Runzelung; die Muskelkerne waren sehr scharf zu sehen und mit dunklen Körnchen gefüllt.

An den Muskelstückchen, die dem bereits abgestorbenen Thiere entnommen wurden, konnte ich bei sofortiger Unter-

Norm. Froschmuskelfaser in physiol. Kochsalzlösung. Reichert III. 7.

Acute Kupfervergift. Froschmuskelfaser in physiol. Kochsalzlösung Starke Körnung. Reichert III. 7.

suchung oder nach sofortiger Färbung meist ein vollständiges Fehlen der Querstreifung beobachten. Es war sogar ein seltener Befund, wenn ich eine intacte Faser in einem Gesichtsfelde fand. Die Muskelfasern selbst waren stark gekörnt, die Körnchen grau glänzend, rund; sie waren keine Fetttröpfchen, wie ich dies mittelst Osmiumsäure feststellen konnte. In diesem Stadium ist an den Muskelfasern eine sehr starke Längsstreifung zu sehen; die Frage ob diese Erscheinung als eine Faltenbildung des Sarcolemmas mit Schrumpfung der contractilen Substanz oder als beginnender Zerfall in Primitiv-Fibrillen zu deuten sei, konnte ich erst an meinen Beobachtungen an mehr chronisch vergifteten Thieren und zwar dahin entscheiden, dass es sich um letzteres handelt.

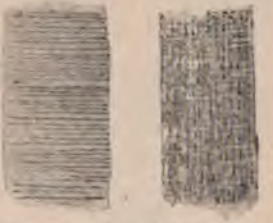
Aus den Muskeln derselben Frösche verfertigte ich auch Goldchloridpräparate, desgleichen härtete ich auch zur Herstellung von Längs- und Querschnitten einzelne Stücke in ZENKER'scher, FLEMMING'scher und MÜLLER'scher Flüssigkeit (letztere war mit Formalin versetzt); die Schnitte färbte ich mit Hämatoxylin,

Acute Kupfervergiftung. Post mortem entnommene Muskelfaser. Goldchlorid-Präparat. Albuminöse Trübung. Reichert III. 7.

Acute Vergift. mit 1% Weinsaur. Kupferoxyd-Natr. Froschmuskelfaser in physiol. Kochsalzlösung. Schwund der Querstreifung; starke Längsstreifung. Reichert III. 7.

Hämatoxylin-Eosin und Bismarck-Braun. An diesen fixierten Präparaten, insbesondere an den mit Goldchlorid behandelten, die unter gelindem Drucke zertheilt wurden, konnte ich — wenn auch nicht oft — eine Veränderung wahrnehmen, die an frischen Objecten kaum zu sehen war, nämlich die ZENKER'sche *hyaline oder wachsartige Degeneration*. Eine solche Muskelfaser lässt zuweilen gar keine Structur erkennen, ist vollständig homogen,

hyalin in ihrer ganzen Masse, nur die Muskelkerne sind noch zu erkennen. An andern Fasern, die eine derartige Degeneration nicht zeigten, sah ich dasselbe Bild, wie an den frischen Objecten, nämlich ein Undeutlichwerden oder einen fast völligen Schwund der Querstreifung; dagegen eine ausgesprochene Längsstreifung mit Auftreten von Körnchen, die sich längs der Längsstreifen lagerten. Die histologischen Veränderungen an den Muskeln von Fröschen mit acuter Kupfervergiftung sind demnach die folgenden: *Albuminöse Trübung, die Zeichen eines beginnenden Zerfalles in Primitiv-Fibrillen, und zuweilen auch Zenker'sche wachsartige Degeneration.* Dass diese Veränderungen primär sind, geht zunächst daraus hervor, dass Ganglienzellen des Rückenmarkes und der Intervertebralganglien, nach Nissl untersucht, wie auch die zu den fraglichen Muskeln gehörigen Nervenstämme, mit Osmiumsäure behandelt, als vollständig intact und normal sich erwiesen; ferner auch aus dem Umstande, dass ich bei der Untersuchung der in den erkrankten Muskeln befindlichen Nerven endigungen kein einziges jener pathologischen Bilder fand, die im Babes-Blocq-Atlas von Babes und Marinesko abgebildet sind.



Links norm. Froschmuskelfaser; rechts Muskelfaser eines acut mit Kupfer vergift. Frosches. Härtung in Flemming'scher Flüssigkeit. Färbung mit Hæmatoxylin-Eosin Reichert III. 7.

In einer anderen Versuchsreihe erzeugte ich an weissen Mäusen, so weit, als es eben gieng, mehr chronische Vergiftungen, theils mit weinsaurem Kupferoxydnatrium, theils mit schwefelsaurem und essigsaurem Kupfer und Kupferalbuminat. Die mit letzterer Substanz vergifteten Thiere bekamen dieselbe per os mit Weissbrot vermengt als Futter, die anderen Kupferpräparate wurden täglich in 1%-iger Lösung unter die Haut gespritzt (pro die 1 Kubikctm.) Die Thierchen wurden, besonders die letzteren am zweiten Tage matt und kraftlos, doch frassen und tranken sie noch. Am dritten Tage schleppten sie bereits ihre hinteren Extremitäten nach und verendeten nach starker Abmagerung und unter den Zeichen einer allgemeinen Muskellähmung endlich am 7—9.

Tage. Nach erfolgtem Tode untersuchte ich die noch warme Musculatur (Extremitäten-, Brust-, Bauchmuskeln) genau in derselben Weise, wie früher die Froschmuskeln und verglich die Präparate controllweise mit den, nach identischen Methoden behandelten, Muskelpräparaten gesunder weisser Mäuse. Während die Muskeln nicht vergifteter Thiere immer die idealste Querstreifung zeigten, konnte ich bei den chronisch vergifteten eben dasselbe beobachten, wie an den acut vergifteten Kaltblütern, mit dem Unterschiede, dass sich die ZENKER'sche wachsartige Degeneration, d. h. die Coagulationsnekrose viel häufiger zeigte, und dass sich zahlreiche dünner gewordene, atrophische Fasern vorfanden, die, wie denn dies bei der Muskelatrophie fast zur Regel wird, eine Vermehrung

Norm. Muskelfaser einer weissen Maus. Goldchlorid Præparat. Reichert III. 7.

Chron. Kupfervergift. Cupr. acet. subcutan. Muskelfasern einer weissen Maus. Goldchlorid-Præparat. Zenker'sche Degener. Reichert. III. 3.

der Kerne zeigten. Die Körnung war sowohl in diesen atrophischen, wie auch in den übrigen Fasern, die ihre Querstreifung eingebüsst hatten, sehr stark, und die Körnchen waren in den meisten Fällen nach der Längsstreifung orientiert, stellenweise in auffallend grosser Menge vorhanden.

Es war auch eben bei diesen Thieren festzustellen, dass die

Längsstreifung auf eine «Zerklüftung» in Primitiv-Bündeln zu beziehen ist; man findet nämlich in solchen Fällen Muskelfasern, die bereits thatsächlich zerklüftet sind, also ein mehr fortgeschrittenes Stadium dieses Processes zeigen. Der Zerfall in Querscheiben, was bei der Goldchloridbehandlung normaler Musculatur kaum zu sehen ist, kann an den Muskeln der vergifteten Thierchen, wenn auch nicht in der Regel, doch zuweilen beobachtet werden. Ich kann nicht umhin, zu erwähnen, dass an den Muskelfasern, die eine Querstreifung noch

Chron. Kupfervergift. Muskelfasern einer weissen Maus. Goldchlorid-Præparat. Links Anfang d. Zerklüftung, rechts vorgeschrittene albuminöse Trübung. Reichert. III. 7.

Chron. Kupfervergift. Muskelfasern einer weissen Maus. Goldchlorid-Præparat. Albuminöse Trübung. Reichert. III. 7.

erkennen liessen, die schöne regelmässige Linie der «sarcous elements» in Unordnung gerathen zu sein schien, als wenn dieselben auseinanderfallen wollten; ich sah in diesen Fällen eher eine Querpunctiertheit, als eine Querstreifung. Für das mikroskopische Bild war es irrelevant, ob das Thier per os mit dem Futter oder subcutan vergiftet wurde, doch schien es mir, als wären die Veränderungen nach Einspritzung des weinsauren Kupferoxydnatriums am stärksten. Die Nerven und Nervenendigungen in den mit Osmiumsäure, resp. Goldchlorid behandelten Präparaten zeigten gar keine Veränderungen, des-

gleichen die Ganglienzellen des Rückenmarks bei Nissl'scher Behandlung.

In einer dritten Versuchsreihe vergiftete ich Kaninchen durch subcutane Einspritzung von weinsaurem Kupferoxydnatrium. Nachdem die Thiere unter der Einwirkung von 6—8 Ctgm. des Giftes nach 3—4 Tagen unter den Zeichen allgemeiner Muskellähmung verendeten, untersuchte ich Musculatur, Nerven und Rückenmark und sah an den Muskeln denselben positiven, an den Nervenelementen denselben negativen Befund, wie an Fröschen und weissen Mäusen; allerdings waren die Muskelveränderungen nicht so ausgesprochen, wie an den letzgenannten Thierchen. Wobei zu bemerken ist, dass die Kaninchenmuskeln auch im gesunden Zustande nicht dieselben schönen und klaren Bilder geben, wie die Muskeln von Fröschen und Mäusen.

Wenn ich noch hinzufüge, dass ich an der Herzmusculatur der Maus dieselben Veränderungen beobachtete, wie ich sie die Extremitäten- und Stammesmuskeln betreffend beschrieb, habe ich das gesammte Resultat meiner Experimente mitgetheilt, das in Folgendem zusammengefasst werden kann: Bei acuter und subchronischer Kupfervergiftung kommt mit den Muskellähmungserscheinungen parallel eine Körnung der quergestreiften Musculatur sowie Undeutlichwerden und später Schwund der Querstreifung, zuweilen auch Coagulations-Nekrose, sowie auch Neigung zum Zerfall in Primitiv-Fibrillen, stellenweise auch zu Querscheiben zustande; in Fällen mit längerem Verlaufe kommt aber auch Muskelatrophie vor.

II. Wirkung des Zinks auf die quergestreiften Muskeln.

Das Zink, dessen Präparate schon von Buchheim, und nach ihm von Anderen, wie Schmiedeberg, Harnack namentlich auf Grund ihrer in vieler Beziehung dem Kupfer ähnlichen Wirkungen zur pharmacologischen Gruppe des Kupfers eingetheilt wurden, ist toxicologisch zwar weniger wichtig als das Kupfer, pharmacologisch aber, wenigstens heutzutage, umso wichtiger. Auch beim Zink steht im Symptomenbilde der Vergiftung unter den Resorptions-Symptomen die Wirkung auf die quergestreifte

Musculatur im Vordergrunde. Jedem Autor, der eine schwerere Zinkvergiftung beschrieb, fiel die zu hohem Grade sich entwickelnde Muskelschwäche auf. (HIRT,[11] POPOFF,[12] ORFILA,[13] TESTA,[14] D'AMORE[15] und MICHAELIS.[16]) Neuerer Zeit beschäftigte sich HARNACK[17] mit der Wirkung des Zinks auf die Musculatur, und zwar in derselben Arbeit, deren ich im Kapitel über das Kupfer gedachte. Seiner Ansicht nach ist diese Wirkung des Zinks mit der des Kupfers identisch, doch quantitativ geringer. Er bediente sich des phosphorsauren Zinkoxydnatriums und des baldriansauren Zinks, und sah an Fröschen nach Dosen, die zwei Mgrm. Zinkoxyd entsprachen, eine totale Lähmung in einigen Stunden sich entwickeln; nach geringeren Dosen hingegen nur eine Parese; bei Kaninchen und Hunden machte er — selbstverständlich nach grösseren Gaben — ähnliche Beobachtungen. Er betont ferner seine Ansicht, dass das Zink direct die Musculatur beeinträchtige, und dass der Tod einer directen Einwirkung des Zinks auf die Herzmusculatur zuzuschreiben sei.

Der neueste Autor, der mit Zink arbeitete, ist SACHER,[18] aus dem pharmacologischen Laboratorium zu Dorpat. Das Präparat, dessen er sich bediente, war nach Muster des HARNACK'schen Kupferdoppelsalzes bereitet, weinsaures Zinkoxydnatrium, mit einem Gehalt an Zink von 22·65%. Dieses Präparat, das ich auch benützte, ruft keine locale Wirkung hervor, wenigstens keine solche in 1—2%-igen Lösungen; aus seinen Lösungen wird es durch das Blutalkali nicht gefällt; es löst die rothen Blutkörperchen nicht, verändert weder Hämoglobin, noch Oxyhämoglobin, noch erzeugt es einen Niederschlag im Blutserum. Das Zinkalbuminat, womit SACHER ebenfalls arbeitete, ist, seiner Ansicht nach, weniger vortheilhaft, indem es, wenn auch nur in grösserer Concentration, im Serum einen Niederschlag erzeugt. SACHER sah bei Kaltblütern schon auf Dosen von einigen Milligrammen zunächst Muskelschwäche, dann ein Abnehmen der Reflexe und nach 4—5 Stunden eine Parese eintreten. Bei Warmblütern, welche bereits an einer Dosis des Doppelsalzes zu Grunde giengen, die 65 Mgrmen des Zinkoxyds pro 1 Kgr. Thier entsprach, beobachtete er nach geringeren Dosen Muskelschwäche, nach stärkeren Extremitätenlähmungen, in tödtlichen Vergiftungs-

fällen aber zuerst tonische Krämpfe, nachher eine rasch fortschreitende totale Muskellähmung. Wie HARNACK, sieht auch er in diesen Erscheinungen eine directe Läsion der quergestreiften Muskeln, und diese seine Auffassung wird durch Versuche, die er an von Fröschen entnommenen Nerven-Muskelpräparaten anstellte, auch bestätigt. Es geht aus diesen Versuchen nämlich hervor, dass das Muskelstück (ohne den Nervenstamm) in eine Lösung des Zinkdoppelsalzes (1 Th. auf 20,000—25,000 physiologische Kochsalzlösung) getaucht und einige Minuten darin gelassen, seine Empfindlichkeit dem faradischen Strome gegenüber vollständig eingebüsst hat, sowohl für directe, als auch für die indirecte Reizung. Wenn er nur den Nervenstamm in die Zinklösung tauchte, wurde auch dieser, wenn auch nicht so schnell als der Muskel, gelähmt; woraus SACHER folgert, dass man eine Lähmung der Nervenendigungen durch das Zink nicht ausschliessen könne, dabei aber natürlich festhält, dass das Zink die Musculatur direct lähmt. Interessant sind auch SACHER's Experimente an Blutgefässen und an dem Oesophagus von Fröschen, welche darthun, dass das Zink auf die glatten Muskelfasern in gleicher Weise wirkt, wie auf die quergestreiften. SACHER suchte auch nach den Ursachen der obenerwähnten Herzlähmung; er arbeitete theils an dem entblössten Froschherzen, theils am ausgeschnittenen Herzen, das in dem Williams'schen Apparat eingeschaltet war, und schreibt den diastolischen Herzstillstand per exclusionem einer directen Einwirkung des Zinks auf den Herzmuskel zu.

Aus allen diesen Angaben, die mit den modernsten pharmacologischen Methoden ausgeführt wurden, geht hervor, dass auch das Zink, wie das Kupfer ein specifisches Gift der quergestreiften Musculatur ist, wenn es auch nicht gelungen ist, wie bei dem Kupfer, die Lähmungssymptome *ausschliesslich* aus einer Läsion der Muskelsubstanz abzuleiten.

Es ist vollkommen überflüssig, meine mit dem Zink, namentlich mit dessen obenerwähntem Doppelsalze ausgeführten Versuche zu beschreiben. Meine Beobachtungen, an Kalt-, wie auch an Warmblütern stimmen mit den HARNACK'- und SACHER'schen Punkt für Punkt überein; daher ich nun auf die Ergebnisse

meiner Untersuchungen zu sprechen kommen kann, die sich auf die mikroskopische Structur des durch Zinkvergiftung gelähmten Muskels beziehen.

Ich gieng bei diesen Versuchen genau so vor, wie ich es bei dem Kupfer beschrieb. Von Kaltblütern wählte ich den Frosch, von Warmblütern die weisse Maus. Das zur Vergiftung nöthige Zink applicierte ich theils in Form von Zinkalbuminat, theils als schwefelsaures Zink, theils aber und in den meisten Fällen als weinsaures Zinkoxydnatrium in einer 1%-igen Lösung. Das erste Präparat wurde den weissen Mäusen mit dem Futter (Weissbrot) gemengt dargereicht, das Sulfat, das Doppelsalz und in einigen Fällen auch das Zinkalbuminat unter die Haut, das Doppelsalz aber auch unmittelbar in das Gefässsystem (Vena abdominalis) gespritzt. In der ersten Versuchsreihe erzeugte ich bei Fröschen möglichst acute Vergiftungen. 3—4 Kubikctm. der 1%-igen Lösung des Doppelsalzes, dem Thiere subcutan beigebracht, tödteten dasselbe nach 3—4 Stunden; 1—2 Kubikctm. in die Vena abdominalis gespritzt, in 1—1½ Stunden. Nach 30—40 Minuten war bereits eine Parese der hinteren Extremitäten sichtbar, nach 50—60 Minuten aber so zu sagen die ganze Musculatur paralytisch, und weder durch den constanten, noch auch durch den faradischen Strom bei directer Reizung zu Contractionen, oder auch nur zu Zuckungen zu bringen. Das Thier lag bewegungslos ausgestreckt, und nur das selten und träge sich contrahierende Herz zeigte, dass das Leben noch nicht ganz erloschen sei. Gleich zu Beginn der Vergiftung war eine gewisse Betäubung und ein der Katalepsie ähnlicher Zustand bemerkbar. Nach dem Absterben des Thieres waren die Muskeln etwas rigid geworden; doch stellte sich keine wirkliche Todtenstarre ein. Hatte ich nun einzelne Muskelpartikelchen, dem noch lebenden Thiere unmittelbar nach oder auch vor dem Herzstillstande entnommen, in physiologischer Kochsalzlösung, oder mit Methylenblau gefärbt und sofort untersucht, konnte ich nirgends mehr eine intacte Querstreifung wahrnehmen; an den meisten Muskelfasern war sogar von jener keine Spur zu sehen; die Musculatur war überall längsgefaltet, resp. längsgestreift und mit glänzenden Körnchen erfüllt; während an Muskelpräparaten von demselben Thier, die

vor der Vergiftung entnommen wurden, die schönste Querstreifung zu sehen war. An Stellen, wo die Querstreifung überhaupt noch zu sehen war, hatte sie das Aussehen, als wäre sie in Pünktchen oder Kügelchen zerfallen. Dasselbe pathologische Bild bot sich auch an zerzupften oder zerdrückten Goldchlorid-Präparaten, desgleichen auch an solchen, die in Formalin oder ZENKER'scher Flüssigkeit gehärtet, mit dem Mikrotom geschnitten, und mit Bismarckbraun oder Hämatoxylin-Eosin gefärbt waren. An Präparaten, die nach den beiden letzgenannten Methoden behandelt waren, machte das Muskelbild auch an Stellen, wo die Veränderungen verhältnissmässig noch am geringsten waren, den Eindruck, als ob die Querstreifung der Fasern zerwühlt, in Unordnung gerathen, oder punctiert wäre. An den Fröschen erzeugte ich auch subchronische Vergiftungen. Die Thiere verendeten am 5—7. Tage, nachdem sie täglich 1 Kubikctm. einer 1%-igen Lösung des Zinkdoppelsalzes unter die Haut gespritzt bekommen hatten, unter den Symptomen einer langsam sich entwickelnden Lähmung, wobei die directe Reizbarkeit der Muskeln vollständig verschwand. Nach jeder Einspritzung konnte ich 2—3 Stunden lang Betäubungs-Erscheinungen wahrnehmen. Die Musculatur dieser Thiere, genau wie in der früheren Versuchsreihe untersucht, liess Querstreifung auch in Spuren nicht mehr sehen; wohl aber eine hochgradige Körnung, und zwar weit stärker als bei den Thieren der früheren Versuchsreihe, und auch eine viel schärfere, dabei derbere Längsstreifung der Muskelfasern. Die Körnchen waren meistens in Längsreihen, interfibrillär geordnet, nur an den Rändern der Fasern waren sie in querer Anordnung sichtbar. Diese Verhältnisse waren am besten an frischen Objecten und Goldchlorid-Präparaten, die zerzupft oder zerdrückt wurden, zu sehen; weniger gut an Präparaten, die nach den angegebenen Methoden gehärtet, geschnitten und mit Bismarckbraun oder

Acute Zinkvergift. mit weinsaur. Zinkoxydnatr. 1%-ige Lösung in die Abdominalvene. Froschmuskelfaser in physiol. Kochsalzlös. untersucht. Die Querstreifung zerfällt in Körnchen. Reichert III. 7.

Hämatoxylin gefärbt wurden. Zu bemerken habe ich noch, dass an den Präparaten dieser Reihe, insbesondere an den mit Hämatoxylin gefärbten, nicht selten auch eine Vermehrung der Musculatur zu sehen war, zugleich hie und da auch eine Atrophie der Muskelfasern. Die atrophischen Fasern träten insbesondere an Querschnitten hervor.

Die dritte Versuchsreihe bezog sich auf weisse Mäuse, bei denen ich eine womöglich chronische Zinkvergiftung hervorzu-

Chron. Zinkvergift, mit Zinkalbuminat (subcutan). Muskelfasern einer weissen Maus. Goldchlorid-Præparat. Links zwei Fasern mit grober Längsstreifung und starker Körnung, rechts eine Faser mit schwindender Querstreifung. Reichert III. 7.

Chron. Zinkvergift. mit Zinkalbuminat. Muskelfasern einer weissen Maus. Goldchlorid-Præparat. Rechts eine atrophische, degenerierte Faser, in der Mitte eine noch normale, links eine Faser albuminös getrübt. Reichert III. 7.

bringen suchte. So bekam z. B. ein Thier täglich 1 Kubikctm. einer 1%-igen Lösung von Zinksulfat unter die Haut gespritzt und blieb 17 Tage lang am Leben; zwei andere Thiere erhielten dieselbe Dosis einer 1%-igen Lösung des Zinkalbuminats, und lebten 20, resp. 21 Tage lang; ein Thier, dem täglich 1 Kubikctm. einer 1%-igen Lösung des Zinkdoppelsalzes unter die Haut gespritzt wurde, lebte nur 5 Tage lang. Alle diese Thiere magerten ab, wiewohl sie ihrem Futter und Trank eifrig zusprachen, und giengen unter den Symptomen einer sich immer mehr ausbreitenden und steigernden Muskellähmung zu Grunde, wobei die Bauch-

und Extremitätenmuskeln stark atrophisch wurden. Ich will noch hinzufügen, dass die Thiere nach der täglich vorgenommenen Einspritzung jedes Mal 1—2 Stunden lang betäubt, schlafsüchtig waren. Bei Anwendung der bereits angeführten verschiedenen Untersuchungsmethoden traf ich unter dem Mikroskope kaum auf einige scheinbar intacte Muskelfasern in je einem Präparate. Die sonst, am gesunden Thiere prächtig sichtbare Querstreifung war an den meisten Fasern theils getrübt, theils gänzlich verschwunden; dagegen entweder eine Längsstreifung sichtbar, die mit Körnchenbildung einhergieng, oder aber, was ich bei acut und chronisch vergifteten Fröschen nicht beobachten konnte, die ZENKER'sche wachsartige, d. h. hyaline Degeneration (Coagulations-Necrose); in den angrenzenden Theilen aber eine Atrophie mit stärkerer Vermehrung der Muskelkerne. Dass alle diese Erscheinungen nicht unter dem Einflusse der Behandlung, Härtung und Färbung zu Stande kommen, bezeugten mikroskopische Bilder, an denen in unmittelbarer Nachbarschaft der erkrankten Fasern auch ein-zwei scheinbar normale zu sehen waren.

Bei der Zinkvergiftung traf ich demnach an den quergestreiften Muskeln dieselben Veränderungen an, wie bei der Kupfervergiftung; daher dem Zink im pharmacologischen System auch in dieser Beziehung der Platz neben dem Kupfer zukommt, von dem es sich hauptsächlich nur durch eine gewisse betäubende Wirkung unterscheidet. Dass aber alle diese pathologischen Veränderungen der Muskeln primär seien, bewiesen die mit FLEMMING'scher Flüssigkeit behandelten Präparate der zu den fraglichen Muskeln führenden Nervenstämme, an denen die Nervenfasern vollständig normale Bilder darboten; desgleichen die Ganglienzellenpräparate aus Rückenmark und Intervertebralganglien, nach NISSL behandelt. Bezüglich der Letzteren könnte ich höchstens hinzufügen, dass ich die pericellularen Räume etwas vergrössert, die Nervenzellenkerne etwas gequollen und glänzender fand, welche Veränderungen aber auch artificiell sein können. An den motorischen Nervenendigungen, die ich an den Goldchloridpräparaten untersuchte, fand ich ebenfalls keine structurellen Veränderungen vor.

III. Wirkung des Cadmiums auf die quergestreiften Muskeln.

Das Cadmium gehört, obzwar seine Salze in einigen Pharmacopœen, wie in der spanischen, französischen, englischen, griechischen, russischen und deutschen (Ed. I.) officinell sind und es auch in der Farben-Industrie eine Rolle spielt, weder in pharmacologischer, noch in toxicologischer Hinsicht zu den medicinisch wichtigeren Substanzen, wiewohl einige seiner Salze verhältnissmässig wirksame Arzneien und auch kräftige Gifte sind. Die meisten Autoren beschränken sich auf eine einfache Aufzählung seiner Präparate und auf die Bemerkung, dass die Verbindungen des Cadmiums den entsprechenden Verbindungen des Zinks analog wirken. So thun es Werber, Van Hasselt, Falck, Kobert und Lewin in ihren toxicologischen, Nothnagel-Rossbach, Rabuteau, Husemann, Bernatzik-Vogl, Fonsagrives und Balogh in ihren pharmacologischen Handbüchern. Einige der Autoren erwähnen einfach, dass das Cadmium, wie es den Anschein hat, ein stärkeres Gift sei, als das Zink.

Ich konnte in der Litteratur nur zwei toxicologisch-experimentelle Arbeiten über Cadmium finden: eine vorläufige Mittheilung von Marmé [19] aus dem Jahre 1867 und eine italienische Arbeit von Paderi [20] aus dem Jahre 1895. Diese zwei Arbeiten enthalten viele einander widersprechende Angaben. In eine Erörterung der sämmtlichen in beiden Arbeiten enthaltenen Angaben will ich mich nicht einlassen, und muss mich nur auf diejenigen beschränken, die sich auf die motorische Sphäre beziehen. Marmé sah an Thieren, denen er Cadmiumsalze beibrachte, allgemeine Schwäche und vor dem Verenden Krämpfe auftreten, er erwähnt aber nichts von einer motorischen Lähmung. Paderi berichtet dagegen über eine ausgesprochene motorische Lähmung, der Erregungszustände vorangiengen; die Lähmungen wären, nach Paderi, centralen Ursprunges, wiewohl seine direct an den Muskeln angestellten Versuche ihn eher zur Annahme einer directen Muskellähmung nach Art des Kupfers berechtigt hätten.

Über Vergiftungsfälle an Menschen fand ich in der Litteratur nur drei Berichte (Wheeler,[21] Burdach [22] und Soret [23]); in denselben wird, neben gastro-enteritischen Symptomen, bezüglich

der motorischen Sphäre nur eine bedeutende Muskelschwäche erwähnt.

Ich stellte meine Versuche mit weinsaurem Cadmiumoxyd-Natrium an, das nach dem Muster des HARNACK'schen Kupfer- und SACHER'schen Zinkdoppelsalzes angefertigt war. Diese Verbindung ist in Wasser sehr gut löslich; durch dieselbe wird das Eiweiss nicht gefällt, und das Blut in physiologischer Kochsalzlösung nicht angegriffen, sie verhält sich mit einem Worte eben so, wie die analogen Verbindungen des Kupfers und Zinks. Ich verwendete eine 1%-ige Lösung dieses Salzes, indem ich dieselbe theils Fröschen, theils weissen Mäusen, theils Kaninchen bald unter die Haut, bald aber direct in das Gefässsystem spritzte.

Meine Erfahrungen zeigen, dass die Wirkung des Cadmiums auf die quergestreifte Musculatur im Grossen und Ganzen der des Kupfers und Zinks ähnlich sind und bezüglich der Intensität dieser Wirkungen das Cadmium den Mittelpunkt zwischen jenen beiden behauptet, da es jedenfalls stärker toxisch wirkt als das Zink und schwächer als das Kupfer. Mit dem Zink hat es auch noch die Ähnlichkeit, dass man nach seiner Verabreichung neben den gleich zu erörternden Lähmungserscheinungen auch eine geringe Betäubung beobachten kann; mit dem Kupfer aber in dem, dass sich zu Beginn der Vergiftungserscheinungen eine gesteigerte Reflex-Erregbarkeit nachweisen lässt.

Ein Kubikctm. einer 1%-igen Lösung obigen Cadmium-Doppelsalzes erzeugte, einem Frosche unter die Haut gespritzt, bereits nach 1/4 Stunde eine Parese der Extremitäten; nach einer Stunde eine totale Paralyse der gesammten quergestreiften Musculatur; direct gereizt waren die Muskeln zu dieser Zeit nicht mehr zur Contraction zu bringen. Nach 1 1/2 Stunden stand, wie bei der Kupfer- und Zinkvergiftung, auch das Herz still und war auf keine Weise mehr reizbar. Auch weisse Mäuse giengen nach 2 Kcm. einer 1%-igen Lösung des Doppelsalzes in einigen Stunden unter den Symptomen einer allgemeinen Muskelparalyse zu Grunde; auf eine Dosis von 1 Kcm. aber erst nach 2—3 Tagen, unter denselben Symptomen. Kaninchen verendeten von 3—4 Centigrammen des Doppelsalzes in 48 Stunden. Froschmuskeln waren in 1/4-1/2-1%-ige mit physiologischer Kochsalzlösung

angefertigte Lösung des Cadmium-Doppelsalzes getaucht, bereits nach einigen Minuten weder vom Nerv aus, noch auch direct gereizt zur Contraction zu bringen.

Alles weist also darauf hin, dass auch das Cadmium, wie Kupfer und Zink, ein Muskelgift sei. Bestärkt wurde ich in dieser meiner Ansicht durch die Ergebnisse der mikroskopischen Untersuchung, der ich die quergestreiften Muskeln der an Cadmium-Vergiftung verendeten Thiere unterwarf. Wenn ich nämlich Muskelstücke eines Frosches oder einer weissen Maus, die von

Acute Cadmiumvergift. mit weinsaurem Doppelsalz. (1%-ge Lösung) Froschmuskelfaser mit Methylenblau gefärbt. Längs gestreift; Querstreifung veschwunden; interfibrillär zahlreiche Körnchen. Reichert III. 7.

Acute Cadmiumvergiftung mit weinsaurem Doppelzalz. (1%-ige Lösung.) Froschmuskelfaser in physiol. Kochsalzlösung. Hochgradige albuminöse Degeneration. Reichert III. 7.

1—2 Kcm. einer 1%-igen Lösung des Cadmium-Doppelsalzes soeben verendeten, in Serum oder in einer anderen physiologischen Flüssigkeit sofort mikroskopisch untersuchte, sah ich die Muskelfasern von kleinen glänzenden Körnchen oder Tröpfchen erfüllt, die keine Fetttröpfchen waren, sondern aus einer eiweissartigen Substanz bestanden. Diese Körnchen oder Tröpfchen waren besonders reichlich an den Randpartieen der Faser zu sehen; daselbst war auch die Querstreifung undeutlich oder gar fehlend, während sie nach innen zu deutlich genug schien. An anderen Muskelfasern sah ich die Querstreifung in Auflösung begriffen; andere hatten wieder den Anschein, als ob sie der

Quere nach geborsten wären; einzelne isotrope Streifen schienen sehr breit, wie wenn sie leer wären, aber auch ganz intacte Muskelfasern waren noch zu sehen. An erkrankten Muskelfasern war die Längsstreifung zuweilen sehr ausgesprochen. In Goldchlorid-Präparaten sah ich zahlreiche Fasern, deren Querstreifung vollständig geschwunden und nur eine starke Körnung oder Längsstreifung aufwies. Überhaupt kamen dieselben Bilder vor, wie bei dem Zink, nur mit dem Unterschiede, dass die Körnung hier eine dichtere war. Da es mir leider bei meinen kleinen Thieren nicht gelungen ist, eine chronische Cadmium-Vergiftung zu erzeugen, konnte ich weder die ZENKER'sche Degeneration, noch eine Muskelatrophie nachweisen, wie dies bei Kupfer und Zink möglich war. Quer- und Längsschnitte der gehärteten Muskeln, nach den bei dem Kupfer beschriebenen Methoden hergestellt, mit Hämatoxylin-Eosin und Bismarckbraun gefärbt, gaben dieselben Bilder, wie bei acuter Zinkvergiftung.

Die Durchsicht des Nervensystems ergab hier ebenso keine Veränderungen, wie bei den beiden früher erwähnten Metallen.

Das Cadmium erzeugt daher die Lähmungen direct durch Einwirkung auf die quergestreiften Muskeln und verändert die Structur derselben in derselben Weise wie Kupfer und Zink bei acuten Vergiftungen.

IV. Mikrochemische Versuche am Muskel mit Kupfer, Zink und Cadmium.

Was ich bezüglich der Structurveränderungen der quergestreiften Muskeln des lebenden Thieres unter der Einwirkung von Kupfer, Zink und Cadmium bisher vorbrachte, wird, wie ich glaube, gut ergänzt durch Beobachtungen, die ich an frischen Muskelstückchen, welche lebenden, gesunden Fröschen und weissen Mäusen entnommen wurden, anstellte. Die Muskelstückchen wurden sofort in physiologischer Kochsalzlösung unter das Mikroskop gebracht; dann brachte ich von der 1-$^1/_2$-$^1/_4$%-igen, ja noch verdünnteren, mit 0·6%-iger Kochsalzlösung angefertigten Lösung des Kupfer-, Zink- und Cadmium-Doppelsalzes einige Tropfen an den Rand des Deckgläschens, und sog dieselben ver-

mittelst eines an dem anderen Rand des Deckgläschens angebrachten Stückchen Fliesspapieres durch das Präparat hindurch und beobachtete während dieser Zeit die zunächst vollkommen intacte Structur der Muskelfasern. (Bemerken muss ich noch, dass normale Muskelbilder in Objecten, die den beiden obigen Thiergattungen frisch entnommen und vor dem Eintrocknen geschützt werden, selbst nach 1—2 Stunden sich nicht verändern.) In dem Maasse, als die Metallsalzlösungen durch das Präparat zu strömen begannen, fieng auch die Querstreifung an, undeutlich zu werden, bis sie schliesslich gänzlich verschwand; und zwar am schnellsten bei dem Kupfer, am langsamsten bei dem Zink; eine Mittelstellung nahm das Cadmium ein. An Stelle der Querstreifung trat eine Körnung; die Muskelfaser füllte sich mit sehr kleinen, hellen, glänzenden Körnchen, die sich zunächst interfibrillär anzuordnen schienen, die Grenzen der Primitiv-Fibrillen gleichsam andeutend. Unterdessen ward die Längsstreifung der Faser, die unter normalen Verhältnissen nur eben angedeutet ist, immer deutlicher, ausgesprochener, und zwar am schnellsten bei dem Kupfer, am langsamsten bei dem Cadmium; während Zink in dieser Beziehung in der Mitte steht. Bezüglich der Körnung konnte ich die Beobachtung machen, dass dieselbe am stärksten sich unter der Einwirkung des Cadmiums entwickelt, und zwar mit einer überraschenden Schnelligkeit und Intensität.

Alles dies erreicht den Höhepunkt der Entwickelung in höchstens 10 Minuten, und ist zunächst und am stärksten an den Rändern der Muskelfaser sichtbar, wo dieselbe von den Salzlösungen zuerst, und am intensivsten getroffen wird. Der Schwund der Querstreifung und das Auftreten der Körnung sind parallele Processe und hängen, nach meinen Beobachtungen, mit einander zusammen. Sowie die Strömung der Salze beginnt, werden die »sarcous elements», die unter normalen Verhältnissen viereckig erscheinen, kreisrund, so dass je eine doppelbrechende, anisotrope Reihe derselben bei starker Vergrösserung und scharfer Einstellung wie eine Perlschnur erscheint, bald darauf sieht man einzelne Glieder der letzteren gleichsam sich ablösen, die Zahl solcher immer zunehmen; bis sie im Innern der Muskelfaser zunächst wie auseinandergeworfen, ungeordnet, später aber der

Länge nach, interfibrillär geordnet erscheinen. So verschwindet allmälig die Querstreifung, bis wir eine albuminös getrübte Muskelfaser vor uns sehen, an der die Längsstreifung immer deutlicher hervortritt.

V. Wirkung des Eisens auf die quergestreiften Muskeln.

Es wurde bereits in der Einleitung dieser Arbeit erwähnt, dass das Eisen von Lauder-Brunton [24] zu denjenigen Substanzen gerechnet wird, die neben ihrer anderweitigen Wirkung im Stande sind, die Arbeitsfähigkeit der quergestreiften Muskeln herabzusetzen. Der englische Forscher stützt sich bei dieser Aussage wahrscheinlich auf eine Arbeit Kobert's [25] vom Jahre 1883; da, meines Wissens, letztere allein es war, die sich mit der Wirkung des Eisens auf die Musculatur beschäftigte. In der erwähnten Publication bezieht sich Kobert auf exacte Untersuchungen, denen er viele Arzneien und zahlreiche andere Substanzen mittelst des Tiegel'schen Apparates und der Tiegel'schen Methode unterwarf, um festzustellen, in welchem Sinne jene die Arbeitsleistung der quergestreiften Muskeln beeinflussen. Bezüglich des Eisens, das er in Form des weinsauren Eisenoxydnatriums verwendete, äussert sich Kobert dahin, dass lethale Dosen die Arbeitsleistung der Muskeln herabsetzen; kleine dagegen auf die Musculatur nicht schädigend einwirken, sogar deren Arbeitsleistung noch steigern.

Zwei Jahre vor Kobert stellten H. Meyer und Fr. Williams [26] im Schmiedeberg'schen Laboratorium als Erste die toxischen Eigenschaften des Eisens in systematischer Weise, auf experimenteller Grundlage fest. Sie beobachteten an verschiedenen kalt- und warmblütigen Thieren, die mit tödtlichen Dosen des weinsauren Eisenoxydnatriums vergiftet worden, in allen Fällen zunächst träge, schleppende, ungeschickte Bewegungen, und Schwund des Muskelgefühles; schliesslich entwickelte sich eine complete Paralyse; an Kaltblütern reagierten trotz der vollständig entwickelten Lähmung die direct gereizten Muskeln, obwohl ihre Reizbarkeit geschwächt war; nicht so bei Warmblütern. Als Hauptursache der motorischen Lähmung betrachten sie eine progressive Paralyse des centralen Nervensystems. Letzterer

Process geht bei der Eisenvergiftung in der That vor sich, doch kann auf Grund dieser Arbeiten nebenbei eine directe Beeinflussung der Muskelsubstanz durch das Eisen nicht ausgeschlossen werden. Dass dem in der That so ist, geht auch aus meinen mikroskopischen Untersuchungen hervor. Fröschen brachte ich intravenös eine 2%-ige Lösung von Ferrum albuminatum bei, welches Präparat auf das Blut in keiner Beziehung destructiv oder coagulierend wirkt, worauf dann in 1—2 Stunden unter anderen Vergiftungserscheinungen auch eine motorische Lähmung

Chron. Eisenvergift. Eisenalbuminat subcutan. Muscelfasern einer weissen Maus. Goldchlor.-Præparat. Zenker'sche Degeneration. Reichert. III. 7.

Chron. Vergift. mit Eisenalbuminat. Subcutan. Muskelfaser einer weissen Maus. Goldchlorid-Præparat. Die Querstreifung zerfällt in Körnchen. Reichert III. 7.

sich zu entwickeln pflegt, wobei die Muskelfasern hochgradig gekörnt werden und ihre Querstreifung verlieren. Die deutlich quergestreiften Muskelfasern gesunder Thiere verlieren ihre Querstreifung vor unseren Augen (unter dem Mikroskop) wenn sie mit einer $^1/_2$—1%-igen, mit physiologischer Kochsalzlösung hergestellten Lösung von Eisenalbuminat in Berührung kommen. Bei diesem Versuche sah ich aber nicht, wie unter ähnlichen Verhältnissen bei dem Kupfer, Zink und Cadmium eine Körnung eintreten; im Gegentheile, die Muskelfasern werden mehr homogen, structurlos, höchstens wird noch ihre bis dahin unklare Längsstreifung etwas deutlicher.

Weisse Mäuse, die durch eine täglich subcutan applicierte Dosis von 1 Kcm. einer 1%-igen Lösung des Eisenalbuminats chronisch vergiftet wurden, und hiebei stark abmagerten, verendeten nach 8—10 Tagen. An Goldchlorid-Präparaten sah ich dann neben intacten, sehr zahlreiche Muskelfasern mit ZENKER'scher Degeneration und Atrophie; ich sah auch zahlreiche Fasern, an denen die Querstreifung fehlte, die dagegen gekörnt und in diesem Falle auch häufig längsgestreift waren. Von den drei früher besprochenen Metallen abweichend, ist also bei chronischer Eisenvergiftung die ZENKER'sche Degeneration häufiger, bei jenen seltener; die albuminöse Trübung dagegen beim Eisen seltener, bei jenen aber häufiger.

VI. Wirkung des Mangans auf die quergestreiften Muskeln.

LASCHKEWITSCH,[27] der als Erster die toxischen Wirkungen des Mangans erforschte, sah bei Kaltblütern eine complete Lähmung eintreten, die er theils einer Einwirkung auf die Nerven, theils einer solchen auf die Muskeln zuschrieb; bei Warmblütern, denen er Mangansalze in das Blutgefässsystem spritzte, konnte er nur eine Schwäche beobachten. Auch HARNACK[28] sah an Fröschen einen lähmungsartigen Zustand; wobei die absichtlichen Bewegungen aufhörten, die Sensibilität und Reflex-Erregbarkeit beträchtlich abnahmen, während die Muskelerregbarkeit sowohl bei directer, als auch indirecter Reizung sogar nach dem Verenden des Thieres längere Zeit hindurch noch intact blieb. HARNACK bestreitet daher eine directe Einwirkung des Mangans auf die quergestreiften Muskeln, wobei von einer offenbar auf das Gewebseiweiss stattfindenden localen Einwirkung des Mangans abzusehen ist. MERTI und LUCHSINGER[29] bestätigen in einer vorläufigen Mittheilung HARNACK's Ausspruch bezüglich der Natur der beobachteten motorischen Lähmungen. KOBERT[30] wies vermittelst der TIEGEL'schen Methode nach, dass die Ermüdungs-Curve der Muskeln an Fröschen, die mit Mangan vergiftet waren, ebenso wie die Gesammtarbeit dieser Muskeln von der Norm sich gar nicht unterscheidet; er meint daher, dass das Mangan der Muskel-

substanz gegenüber wirkungslos, wenn auch sonst ein stärkeres Gift als Eisen, sei.

Das Mangan unterscheidet sich demnach — obwohl von ihm allgemein angenommen wird, dass es dem Eisen conform wirke — von diesem sowohl in seiner Wirkung auf die Musculatur, wie auch in vielem Anderen. Und, trotzdem es auch dem Eisen chemisch so nahe steht, bemerken wir zwischen den Wirkungen der beiden Metalle bei weitem nicht den Parallelismus, wie z. B. zwischen dem chemisch so verwandten Zink und Cadmium.

Auf Grund meiner an der Musculatur angestellten mikroskopischen Untersuchungen kann ich die Angaben der angeführten Autoren in einer anderen Richtung ebenfalls bestätigen. An Muskeln von Fröschen und weissen Mäusen, die mit Manganpeptonat und Manganalbuminat theils subcutan, theils auf dem Wege der Blutbahn tödtlich vergiftet worden, konnte ich weder bei sofortiger Untersuchung des frischen Objectes, noch an Goldchlorid-Präparaten irgendwelche Structurveränderungen nachweisen, wiewohl die Thiere unter den Zeichen einer motorischen Lähmung zu Grunde giengen; ebensowenig, wie an frisch ausgeschnittenen, intacten Muskelstückchen, die ich unter dem Mikroskope beobachtete, während ich unter dem Deckgläschen eine 1—2%-ige mit physiologischer Kochsalzlösung hergestellte Lösung von Manganpeptonat oder Manganalbuminat auch 15—20 Minuten lang durchströmen liess.

Dieser negative Befund stimmt mit einem weiteren gut überein, dass nämlich die Muskeln nach dem Verenden des Thieres direct und auch vom Nerv aus gut erregbar sind; und beschäftigt noch die Annahme eines Zusammenhanges der unter der Einwirkung von Kupfer, Zink, Cadmium und Eisen entstehenden mikroskopischen Veränderungen mit dem Umstande, dass unter der Einwirkung der genannten Metalle die directe Erregbarkeit der Muskeln entweder vollkommen schwindet, oder aber, wie beim Eisen, stark abnimmt. Auch hiedurch sehe ich die Richtigkeit des obigen Satzes bekräftigt, dass nämlich, — was ich in der Toxicologie und Pharmacologie nicht genug betonen kann — mit einer Functionsstörung auch eine Gewebsveränderung einhergeht.

Litteratur.

1. Heffter: «Beiträge zur Chemie des quergestreiften Muskels etc.» Archiv f. exp. Path. u. Pharm. Bd. 33. S. 225.

2. Lauder-Brunton: «Handb. der allgem. Pharmacol. u. Therapie.» Übersetzt nach der III. engl. Ausg. v. Zechmeister 1893, S. 126 u. ff.

3. Johann v. Csiky: Die Nervenendigungen in den glatten Muskelfasern. Internat. Monatsschr. f. Anat. u. Physiol. 1897. Bd. XIV. H. 8/9.

4. Babes et Blocq: «Atlas der pathol. Histol. des Nervensystems.» Berlin 1892.

5. Harnack: «Über die Wirkung der «Emetica» auf die quergestreiften Muskeln.» Arch. f. exp. Path. u. Pharm. Bd. III. S. 44.

6. Leo Schwartz: «Archiv f. exp. Path. u. Pharm.» Bd. 35.

7. Filehne: «Deutsche med. Wochenschr.» 1895. Nr. 19.

8. v. Kétly: «Orvosi Hetilap.» 1883. Nr. 10. (Ungarisch.)

9. Roger: «Revue de medicine», Nov. 1887.

10. Köck: «Jahresber. f. Pharm. 1873. S. 519.

11. Hirt: «Die Krankheiten der Arbeiter.» 1. S. 91—98, II. S. 165, III. S. 82—83, 182.

12. Popoff: «Berl. klin. Wochenschrift.» 1873. Nr. 5.

13. Orfila: «Allgem. Toxicol.» 1818. Bd. II. S. 22.

14. Testa: «Il Morgagni» 1881, Ref. Virchow-Hirsch. Jahrb. 1881. I. Pag. 645.

15. D'Amore: «Sem. méd. 1892. Pag. 456.

16. Michaelis: «Arch. f. physiol. Heilk.» 1850, S. 109—132.

17. Harnack: «Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmac.» Bd. 9. S. 152

18. Sacher: «Arbeiten d. pharm. Institut. zu Dorpat. Herausgeg. v. Kobert, Bd. IX. S. 189.

19. Marmé: «Zeitschr. f. ration. Med.» XXIX. S. 113.

20. Paderi, Cesare: «Sull'azzione fisiologica del cadmio» Archivio di Farmacol. III. f. P. 1.

21. Wheeler: «A case of poisoning by bromide of cadmium.» Boston med. and surg. Journal 1876, 12. Oct. P. 434. Ref. Virchow-Hirsch. Jahrb. 1876. S. 408.

22. Burdach: «Citiert durch Fonsagrives.»

23. Soret: «Bull. de Thérap.» L. IV. T.

24. Loco citato.

25. «Arch. f. exp. Path. u. Pharm.» Bd. XV.

26. «Arch. f. exp. Path. u. Pharm.» Bd. XIII.

27. Laschkewitsch: «Med. Centralblatt.» 1866. S. 369.

28. Harnack: «Arch. f. exp. Path. u. Pharm.» Bd. III. S. 58.

29. «Med. Centralblatt.» 1882. Nr. 38.

30. Kobert: «Archiv f. exper. Path. u. Pharm.» Bd. XVI. S. 361.

9.

ZUR THEORIE DER INDUCIERTEN LINEAREN SUBSTITUTIONEN.

Von ALADÁR VISNYA.

Aus «Mathematikai és Physikai Lapok» (Mathematische und Physikalische Blätter) 8. Jahrg. p. 65—70.

Mit Rücksicht darauf, dass in neuester Zeit mehrere auf die Theorie der inducierten linearen Substitutionen bezügliche Publicationen erschienen sind, dürfte es vielleicht von Interesse sein, dass man die von Herrn Prof. RADOS bezüglich der Wurzeln der charakteristischen Gleichungen der inducierten Substitutionen neuerdings bewiesenen Sätze * in speciellen Fällen auch durch geometrische Betrachtungen erschliessen kann.** Hier soll das folgende Theorem durch solche geometrische Ueberlegungen bewiesen werden:

Bezeichnet man die Wurzeln der charakteristischen Gleichung von der linearen Substitution:

$$\begin{aligned} y_1 &= \alpha_1 x_1 + \beta_1 x_2 + \gamma_1 x_3 \\ y_2 &= \alpha_2 x_1 + \beta_2 x_2 + \gamma_2 x_3 \\ y_3 &= \alpha_3 x_1 + \beta_3 x_2 + \gamma_3 x_3 \end{aligned} \qquad (S)$$

durch

$$\lambda_1,\ \lambda_2,\ \lambda_3,$$

so hat die charakteristische Gleichung ihrer inducierten Substitution zweiten Grades:

---

* Die Ermittlung eines derartigen, auf geometrischen Betrachtungen fussenden Beweises stellte Herr Prof. RADOS als Aufgabe im Mathematischen-Seminar am Polytechnikum zu Budapest.

** Die Sätze hat H. FRANKLIN im Jahre 1894 gegeben und in anderer Form bewiesen. S. American Journal 1894.

$$\begin{vmatrix} a_1^2-\mu & a_2^2 & a_3^2 & 2a_1a_2 & 2a_1a_3 & 2a_2a_3 \\ \beta_1^2 & \beta_2^2-\mu & \beta_3^2 & 2\beta_1\beta_2 & 2\beta_1\beta_3 & 2\beta_2\beta_3 \\ \gamma_1^2 & \gamma_2^2 & \gamma_3^2-\mu & 2\gamma_1\gamma_2 & 2\gamma_1\gamma_3 & 2\gamma_2\gamma_3 \\ a_1\beta_1 & a_2\beta_2 & a_3\beta_3 & a_1\beta_2+a_2\beta_1-\mu & a_1\beta_3+a_3\beta_1 & a_2\beta_3+a_3\beta_2 \\ a_1\gamma_1 & a_2\gamma_2 & a_3\gamma_3 & a_1\gamma_2+a_2\gamma_1 & a_1\gamma_3+a_3\gamma_1-\mu & a_2\gamma_3+a_3\gamma_2 \\ \beta_1\gamma_1 & \beta_2\gamma_2 & \beta_3\gamma_3 & \beta_1\gamma_2+\beta_2\gamma_1 & \beta_1\gamma_3+\beta_3\gamma_1 & \beta_2\gamma_3+\beta_3\gamma_2-\mu \end{vmatrix} = 0$$

die Wurzeln:

$$\lambda_1^2,\ \lambda_2^2,\ \lambda_3^2,\ \lambda_1\lambda_2,\ \lambda_1\lambda_3,\ \lambda_2\lambda_3.$$

Die ternäre lineare Substitution S, von der wir voraussetzen, dass ihre Determinante nicht verschwindet, kann als Repräsentant einer Collineation in der Ebene betrachtet werden. Die Fixpunkte dieser Collineation sind durch die Gleichungen:

$$\begin{aligned} \lambda_i x_1^{(i)} &= a_1 x_1^{(i)} + \beta_1 x_2^{(i)} + \gamma_1 x_3^{(i)} \\ \lambda_i x_2^{(i)} &= a_2 x_2^{(i)} + \beta_2 x_2^{(i)} + \gamma_2 x_3^{(i)} \\ \lambda_i x_3^{(i)} &= a_3 x_1^{(i)} + \beta_3 x_2^{(i)} + \gamma_3 x_3^{(i)} \end{aligned} \qquad (1)$$

$$(i=1, 2, 3)$$

charakterisiert, wo λ_1, λ_2, λ_3 die Wurzeln der charakteristischen Gleichung von S bedeuten. Es mögen diese Fixpunkte der Reihe nach durch P_1, P_2, P_3 bezeichnet werden.

Um den angeführten Satz zu beweisen, stelle man folgendes Problem: *welche sind diejenigen Punktpaare der Ebene, die bei Ausführung der durch S repräsentierten Collineation unverändert bleiben?*

Geometrisch lässt sich die Frage leicht erledigen.

Es sei (A, B) ein Punktpaar, das den Forderungen unseres Problems genügt, das heisst, dass (A, B) bei der Ausführung der Collineation S als Punktpaar unverändert bleibt. Es lässt sich nun leicht zeigen, dass dies nur dann möglich ist, wenn sowohl A, als B Fixpunkte der Collineation S sind.

Bei den gestellten Voraussetzungen sind nämlich zwei Fälle möglich:

1. $S(A) = A$
   $S(B) = B.$

Hiedurch ist eben ausgesprochen, dass A und B Fixpunkte der Collineation S sind.

2. $$S(A) = B$$
$$S(B) = A$$

Dann erhält man durch Wiederholung der Collineation S die Gleichungen:

$$S^2(A) = S(B) = A$$
$$S^2(B) = S(A) = B$$

die A und B als Fixpunkte der Collineation S^2 erscheinen lassen. Da aber bekanntlich die Fixpunkte der Collineationen S und S^2 im Allgemeinen identisch sind, ergiebt sich, dass auch in diesem Falle A und B unter den fixen Elementen von S vorkommen müssen; dies ist aber mit den Gleichungen

$$S(A) = B$$
$$S(B) = A$$

nur dann verträglich, wenn die Punkte A und B mit einander identisch sind, so dass in diesem zweiten Falle (A, B) ein Punktpaar darstellt, das ein und denselben Fixpunkt der Collineation S doppelt enthält.

Sind also die Fixpunkte der durch S repräsentierten Collineation:

$$P_1,\ P_2,\ P_3,$$

so hat man mit den Punktpaaren:

$$(P_1, P_1),\ (P_2, P_2),\ (P_3, P_3),\ (P_1, P_2),\ (P_1, P_3),\ (P_2, P_3)$$

sämmtliche Lösungen des Problems.

Nachdem man also sämmtliche Lösungen des in Angriff genommenen Problems kennt, kann man vermittels der *analytischen Behandlung* der Aufgabe auf die Wurzeln der charakteristischen Gleichung (I) schliessen.

Analytisch kann das Problem folgendermassen formuliert werden: es mögen diejenigen Punktpaare x' und x'' bestimmt werden, deren Gleichung

$$(x_1'u_1+x_2'u_2+x_3'u_3)\,(x_1''u_1+x_2''u_2+x_3''u_3) = 0 \qquad (2)$$

bei Ausführung der contragredient Substitution von S.

$$
\begin{aligned}
\lambda_1 &= \alpha_1 x_1 - \alpha_2 x_2 - \alpha_3 x_3 \\
\lambda_2 &= \beta_1 x_1 - \beta_2 x_2 - \beta_3 x_3 \\
\lambda_3 &= \gamma_1 x_1 - \gamma_2 x_2 - \gamma_3 x_3 ,
\end{aligned}
$$

nur durch einen constanten Factor multipliciert wird. Die transformierte Gleichung, nach den λ geordnet, ist die folgende:

$$
\begin{aligned}
&(\alpha_1 x_1 - \beta_1 x_2 - \gamma_1 x_3)(\lambda_1 - \alpha_2 x_1 - \beta_2 x_2 - \gamma_2 x_3)(\lambda_2 - \\
&\qquad - \alpha_3 x_1 - \beta_3 x_2 - \gamma_3 x_3)(\lambda_3 . \\
&(\alpha_1 x_1'' - \beta_1 x_2'' - \gamma_1 x_3'')(\lambda_1 - \alpha_2 x_1'' - \beta_2 x_2'' - \gamma_2 x_3'')(\lambda_2 - \\
&\qquad - \alpha_3 x_1'' - \beta_3 x_2'' - \gamma_3 x_3'')(\lambda_3 = 0. \qquad (3)
\end{aligned}
$$

Damit die Gleichungen 2 und 3 Gleichungen desselben Punktpaares seien, müssen in ihnen die entsprechenden Terme der laufenden Coordinaten abgesehen von einem constanten Factor einander gleich sein:

$$
\begin{aligned}
(\alpha_1 x_1' - \beta_1 x_2' - \gamma_1 x_3')(\alpha_1 x_1'' - \beta_1 x_2'' - \gamma_1 x_3'') &= \mu x_1' x_1'' \\
(\alpha_2 x_1' - \beta_2 x_2' - \gamma_2 x_3')(\alpha_2 x_1'' - \beta_2 x_2'' - \gamma_2 x_3'') &= \mu x_2' x_2'' \\
(\alpha_3 x_1' - \beta_3 x_2' - \gamma_3 x_3')(\alpha_3 x_1'' - \beta_3 x_2'' - \gamma_3 x_3'') &= \mu x_3' x_3''
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
&(\alpha_1 x_1' - \beta_1 x_2' - \gamma_1 x_3')(\alpha_2 x_1'' - \beta_2 x_2'' - \gamma_2 x_3'') - \\
&+ (\alpha_1 x_1'' - \beta_1 x_2'' - \gamma_1 x_3'')(\alpha_2 x_1' - \beta_2 x_2' - \gamma_2 x_3') = \mu (x_1' x_2'' + x_1'' x_2') \\
&(\alpha_1 x_1' - \beta_1 x_2' - \gamma_1 x_3')(\alpha_3 x_1'' - \beta_3 x_2'' - \gamma_3 x_3'') + \\
&+ (\alpha_1 x_1'' + \beta_1 x_2'' - \gamma_1 x_3'')(\alpha_3 x_1' - \beta_3 x_2' - \gamma_3 x_3') = \mu (x_1' x_3'' + x_1'' x_3') \\
&(\alpha_2 x_1' - \beta_2 x_2' - \gamma_2 x_3')(\alpha_3 x_1'' - \beta_3 x_2'' + \gamma_3 x_3'') + \\
&+ (\alpha_2 x_1'' + \beta_2 x_2'' - \gamma_2 x_3'')(\alpha_3 x_1' + \beta_3 x_2' - \gamma_3 x_3') = \mu (x_2' x_3'' + x_2'' x_3'). \qquad (4)
\end{aligned}
$$

Dieses System von Gleichungen kann zur Bestimmung der Coordinaten der gesuchten Punkte dienen. Hier ist auch μ eine Unbekannte; wird jedoch μ als Parameter betrachtet, so hat man sechs homogene Gleichungen mit den sechs Unbekannten: x_1', x_2', x_3', x_1'', x_2'', x_3'' und es ergiebt sich nur für diejenigen Werthe des μ eine von der gewöhnlichen verschiedene und brauchbare Lösung, bei denen diese Gleichungen von einander nicht unabhängig sind. Um zu diesen Werthen von μ zu gelangen, betrachte man als Unbekannte die folgenden Grössen:

$$x_1'x_1''=\xi_{11} \quad x_2'x_2''=\xi_{22} \quad x_3'x_3''=\xi_{33}$$
$$x_1'x_2''+x_1''x_2'=\xi_{12} \quad x_1'x_3''+x_1''x_3'=\xi_{13} \quad x_2'x_3''+x_3''x_2'=\xi_{23}.$$

Indem man diese einführt, ergiebt sich ein System homogener linearer Gleichungen:

$$(\alpha_1^2-\mu)\,\xi_{11}+\beta_1^2\xi_{22}+\gamma_1^2\xi_{33}+\alpha_1\beta_1\xi_{12}+\alpha_1\gamma_1\xi_{13}+\beta_1\gamma_1\xi_{23}=0$$
$$\alpha_2^2\xi_{11}+(\beta_2^2-\mu)\,\xi_{22}+\gamma_2^2\xi_{33}+\alpha_2\beta_2\xi_{12}+\alpha_2\gamma_2\xi_{13}+\beta_2\gamma_2\xi_{23}=0$$
$$\alpha_3^2\xi_{11}+\beta_3^2\xi_{22}+(\gamma_3^2-\mu)\,\xi_{33}+\alpha_3\beta_3\xi_{12}+\alpha_3\gamma_3\xi_{13}+\beta_3\gamma_3\xi_{23}=0$$
$$2\alpha_1\alpha_2\xi_{11}+2\beta_1\beta_2\xi_{22}+2\gamma_1\gamma_2\xi_{33}+(\alpha_1\beta_2+\alpha_2\beta_1-\mu)\,\xi_{12}+$$
$$+(\alpha_1\gamma_2+\alpha_2\gamma_1)\,\xi_{13}+(\beta_1\gamma_2+\beta_2\gamma_1)\,\xi_{23}=0$$
$$2\alpha_1\alpha_3\xi_{11}+2\beta_1\beta_3\xi_{22}+2\gamma_1\gamma_3\xi_{33}+(\alpha_1\beta_3+\alpha_3\beta_1)\,\xi_{12}+$$
$$+(\alpha_1\gamma_3+\alpha_3\gamma_1-\mu)\,\xi_{13}+(\beta_1\gamma_3+\beta_3\gamma_1)\,\xi_{23}=0$$
$$2\alpha_1\alpha_3\xi_{11}+2\beta_2\beta_3\xi_{22}+2\gamma_2\gamma_3\xi_{33}+(\alpha_2\beta_3+\alpha_3\beta_2)\,\xi_{12}+$$
$$+(\alpha_2\gamma_3+\alpha_3\gamma_2)\,\xi_{13}+(\beta_2\gamma_3+\beta_3\gamma_2-\mu)\,\xi_{23}=0$$

dessen Determinante der charakteristischen Function (I) identisch gleich ist, weil sie sich von dieser nur darin unterscheidet, dass die Zeilen mit den Reihen vertauscht sind. Dieses System hat dann und nur dann eine Auflösung, in der nicht alle Unbekannte gleich Null sind, wenn der Parameter μ einen Werth annimmt, für den diese Determinante verschwindet.

Es soll nun gezeigt werden, dass, falls

$$x_1',\ x_2',\ x_3' \qquad \text{(II)}$$
$$x_1'',\ x_2'',\ x_3'' \qquad \text{(III)}$$

wirkliche Lösungen der Aufgabe sind, das heisst, wenn sie wirklich ein Punktpaar bestimmen, so giebt es unter den ξ von Null verschiedene, und so muss zu diesen Werthen von x' und x'' ein solches μ zugehören, für welches die charakteristische Gleichung (I) erfüllt ist.

Wenn nämlich die Werthsysteme (II) und (III) wirklich je einen Punkt bestimmen, so ist in jedem Werthsystem wenigstens ein Element von Null verschieden. Es seien diese: im ersten Werthsystem:

$$x_r' \gtrless 0$$

im zweiten:

$$x_s'' \gtrless 0$$

wo so r, wie s eine der Zahlen 1, 2, 3 bezeichnet.

Nun sind zwei Fälle möglich:

1. Ist $r=s$, so ist es evident, dass

$$\xi_{rr} = x'_r x''_r \gtrless 0.$$

2. Ist hingegen $r \gtrless s$, alsdann müssen wieder zwei Fälle unterschieden werden:

a) ist ausserdem

$$x''_r \gtrless 0$$

dann ist wieder

$$\xi_{rr} = x'_r x''_r \gtrless 0;$$

b) ist hingegen

$$x''_r = 0$$

dann reduciert sich

$$\xi_{rs} = x'_r x''_s + x''_r x'_s$$

auf

$$x'_r x''_s$$

das bei den gemachten Voraussetzungen von Null verschieden ist.

Jede Lösung unserer Aufgabe liefert also eine Wurzel der charakteristischen Gleichung (I). Die sämmtlichen Lösungen sind die Punktpaare

$$\underset{(i,\,k=1,\,2,\,3)}{(P_i,\ P'_k)}$$

und so ergiebt sich, wenn man deren Coordinaten

$$\begin{aligned} x'_1 &= x_1^{(i)} & x''_1 &= x_1^{(k)} \\ x'_2 &= x_2^{(i)} & x''_2 &= x_2^{(k)} \\ x'_3 &= x_3^{(i)} & x''_3 &= x_3^{(k)} \end{aligned}$$

in den Gleichungen (4) setzt, und die Relationen (1) berücksichtigt, dass die Wurzeln der charakteristischen Gleichung (I)

$$\underset{(i,\,k=1,\,2,\,3)}{\lambda_i\,\lambda_k}$$

sind, womit der am Anfange dieser Note ausgesprochene Satz bewiesen ist.

Es muss noch bemerkt werden, dass im ganzen Laufe dieses Beweises stillschweigend vorausgesetzt wurde, dass die Wurzeln der charakteristischen Gleichung (I)

$$\lambda_1,\ \lambda_2,\ \lambda_3$$

verschieden sind, und dies ist vermöge der unbestimmten Annahme der Coefficienten von S zulässig. Aus gewissen algebraischen Betrachtungen erschliesst man, dass das Theorem auch in dem Falle giltig bleibt, wenn die λ zum Theil, oder alle einander gleich sind.*

* Siehe: RADOS, Math. und naturw. Berichte Bd. XVI. pag. 241.

10.

ÜBER DAS VERHALTEN VON KATHODENSTRAHLEN PARALLEL ZU ELEKTRISCHER KRAFT.

Von Ph. LENARD.

Professor an d. Universität Kiel. Corr. Mitgl. d. ung. Akademie der Wissenschaften.

Vorgelegt in der Sitzung vom 16. Mai 1898.

Aus «Mathematikai és Természettudományi Értesitő» (Math. und Naturwiss. Anzeiger d. Akad.) Bnd. XVI. pp. 266—271. 1898.

1. Stetige Veränderlichkeit der magnetischen Ablenkbarkeit von Kathodenstrahlen ist bisher niemals zur Beobachtung gelangt, vielmehr erwies sich die Ablenkbarkeit eines einmal gegebenen Strahles unter allen bisher in Betracht gezogenen Umständen als unabänderlich.

Die Vorstellung indessen, zu welcher neuere Versuche geführt haben — in gewissem Sinne Sir WILLIAM CROOKES' ursprüngliche Hypothese mit neuem, verfeinertem Inhalt — lässt Änderung der Ablenkbarkeit nicht nur möglich, sondern in gewissen Fällen sogar als nothwendige Forderung der Electrodynamik erscheinen. Ein solcher Fall ist der in der Überschrift angedeutete. Wir stellen ein Feld constanter elektrischer Kraft her, zwischen zwei Condensatorplatten etwa, im leeren Raume, und richten einen Kathodenstrahl durch dieses Feld, so dass er parallel dessen Kraftlinien verläuft, etwa durch Bohrungen der Condensatorplatten in das Feld eintretend und aus demselben wieder austretend. Wir finden nun in der That, dass die magnetische und auch die elektrische Ablenkbarkeit des Strahles nach Durchsetzung des Feldes verändert ist und zwar gerade in dem geforderten Sinne. Beide sind grösser oder kleiner geworden, je nachdem Kraft und Strahl gleich oder entgegengesetzt gerichtet sind.

Ein besonderes Interesse gewinnen unsere Versuche dadurch, dass in ihnen eine Kraft, von welcher man eine dynamische Erklärung erwartet, auf ein zu Beschleunigendes wirkt, welches selbst schon fast mit Lichtgeschwindigkeit sich bewegt. Auf die Frage indessen, ob diese Geschwindigkeit die Grösse der Beschleunigung beeinflusse, wird unter den Umständen der Versuche eine bejahende Antwort von denselben nicht ertheilt.

Wir können dagegen sagen, dass die Versuche auch in quantitativer Hinsicht die Annahmen und Resultate der vorhergehenden Arbeit vollkommen bestätigen.

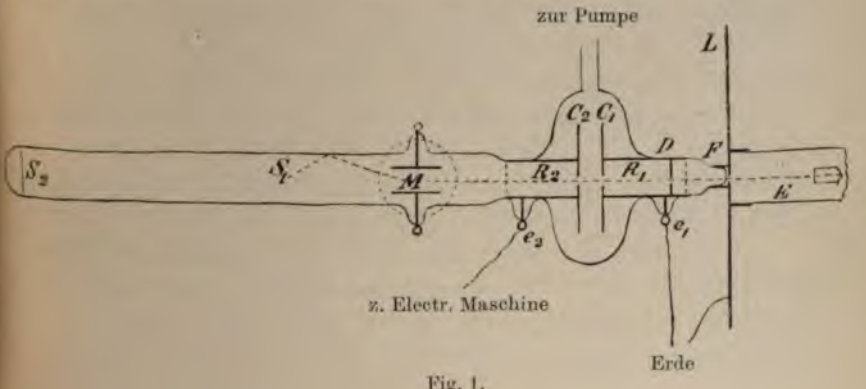


Fig. 1.

2. Der benutzte Apparat ist in Fig. 1 in etwa ein Achtel natürlicher Grösse dargestellt. In E werden die Strahlen erzeugt; sie durchsetzen das dichte Metallfenster F, gelangen in den Condensator C_1C_2 und können dann bei M der magnetischen oder auch der elektrischen Ablenkung unterworfen werden, welche sie schliesslich auf den Schirm S_1 treffen lässt. Die beiden Condensatorplatten C_1C_2, zwei vollkommen ebene, einander parallele, kreisförmige Messingplatten, sind in ihrer Mitte in der Weite von nur 1 mm durchbohrt und werden von Metallröhren R_1R_2 getragen, welche ihrerseits zu Electroden e_1e_2 führen. Der Abstand der Platten von einander beträgt 2 cm; die Platte C_1 ist stets mit der Erde verbunden, C_2 kann mit Hülfe einer Influenzmaschine positiv oder negativ elektrisiert werden. Die Glaswand des Apparates

ist von e_2 ab nach links bis über den Schirm hinaus mit Stanniol überzogen, welches mit e_2 stets leitend verbunden bleibt; eine kleine Öffnung im Stanniol lässt den Schirm beobachten. Die durch den punktierten Kreis bei M angedeuteten Drahtrollen zur magnetischen Ablenkung sind in geringer Entfernung ober- und unterhalb des Rohres aufgestellt und von dessen Stanniolhülle durch Glimmerplatten isoliert. Soll die elektrische Ablenkung beobachtet werden, so sind die beiden bei M ersichtlichen rechteckigen Metallplatten zu benutzen, deren Länge in Richtung des Strahles 4 cm, deren Abstand 2 cm beträgt, welche indessen für jetzt beide mit der Stanniolhülle leitend verbunden bleiben. Wir bemerken noch eine mit der Erde verbundene Metallwand L, welche den Erzeugungsraum vom Beobachtungsraum trennt und ein Metalldiaphragma D von 3 mm Weite im Rohre R_1.

Einige Zeit nimmt das Evacuieren des Beobachtungsraumes in Anspruch. Sind die letzten Gasreste entfernt, so bleibt der Raum um den Condensator auch bei starker Ladung desselben dunkel; in diesem Zustande wurde der Apparat benutzt.

3. Vorweg überzeugt man sich, dass der Phosphorescenzfleck auf dem Schirme unverrückt, also der Strahl gerade bleibt, wenn auch der Condensator stark positiv oder negativ geladen wird, vorausgesetzt, dass kein Strom in den ablenkenden Drahtrollen fliesst.

Die Versuche über die magnetische Ablenkung wurden nun folgendermaassen ausgeführt. Zuerst ist der Condensator C ungeladen; es wird bei M durch Einschalten von Widerständen in den Stromkreis der Drahtrollen ein Magnetfeld von solcher Stärke erzeugt, dass der Phosphorescenzfleck in stark abgelenkter Lage am Rande des Schirmes S_1 erscheint; die Lage des Fleckes wird dann an einer auf dem Schirm befindlichen Scala abgelesen. Jetzt laden wir bei fortdauerndem ablenkenden Strome den Condensator C; der Fleck wandert dadurch auf dem Schirme; er geht nach weniger abgelenkten Lagen, wenn der Condensator positiv geladen wird, nach mehr abgelenkten, wenn er negativ geladen wird. Dadurch ist die Veränderung der Ablenkbarkeit nachgewiesen.

Um die Erscheinung quantitativ zu verfolgen, genügt es, den ablenkenden Strom J_0 zu messen, welcher den Phospho-

rescenzfleck zu einer bestimmten Lage bei ungeladenem Condensator bringt, und den Strom J_1, welcher ihn zu derselben Lage bringt während der Condensator die Potentialdifferenz P besitzt. Zur Messung der letzteren ist im Nebenschluss zum Condensator eine verstellbare Funkenstrecke angebracht, deren blanke Messingkugeln 2·5 cm Durchmesser besitzen. Es wurde jedesmal diejenige Lage des Fleckes in Betracht gezogen, welche er in dem Augenblicke einnimmt, da ein Funke die Strecke überspringt; einige an das zu ladende System geschaltete Leydener Flaschen machen das Ansteigen der Ladung beim Drehen der Elektrisiermaschine und also das Wandern des Fleckes genügend langsam.

Die Resultate der Messungen finden sich in folgender Tabelle verzeichnet, deren jede Zeile Mittelwerthe aus drei einzelnen Versuchen enthält. Es gelangten zwei verschiedene Strahlenarten zur Verwendung, wie sie bei den in der ersten Columne angegebenen Potentialdifferenzen zwischen den Electroden des Entladungsrohres erzeugt werden.* In der mit † bezeichneten Versuchsgruppe wurde der entferntere Schirm S_2 benutzt; die ablenkenden Ströme waren dem entsprechend schwächer.

Potentialdiff. im Entladungsrohr (Schlagweite)	Potentialdifferenz des Condensators		$\frac{J_1}{J_0}$	Anfangsgeschwindigkeit	Endgeschwindigkeit
	in Schlagw.	in magnetischem Maass		v_0	v_1
cm	cm	C.G.S.		$10^{10}\frac{\text{cm}}{\text{sec}}$	$10^{10}\frac{\text{cm}}{\text{sec}}$
2,8	1,00	$P=-291.10^{10}$	0,500	$0,70=0,67+0,03$	0,35
	0,64	$P=-210.10^{10}$	0,650	$0,68=0,67-0,01$	0,34
	1,00	$P=+291.10^{10}$	1,41	$0,62=0,67-0,03$	0,89
3,6	1,00	$P=-291.10^{10}$	0,608	$0,77=0,81-0,04$	0,47
	1,00	$P=+291.10^{10}$	1,27	$0,79=0,81-0,02$	1,00
	†1,00	$P=+291.10^{10}$	1,22	$0,88=0,81+0,07$	1,07

* Es soll nicht gesagt sein, und es ist auch nicht erwiesen, dass die zwischen den Electroden messbare maximale Potentialdifferenz die Eigenschaften der erzeugten Strahlen eindeutig und allein bestimme. In gleichem Entladungsrohre werden jedoch unter gleichen Bedingungen

4. Die in den letzten beiden Columnen verzeichneten Geschwindigkeiten v_0 und v_1 des jedesmal in den Condensator tretenden und des ihn verlassenden Strahles sind aus den Versuchsdaten berechnet nach den beiden Gleichungen

$$\frac{v_1}{v_0} = \frac{J_1}{J_0} \text{ und } v_1^2 - v_0^2 = 2\,\frac{\varepsilon}{\mu} P,$$

deren erste aussagt, dass verschiedene Strahlenarten die gleiche seitliche Beschleunigung erfahren in Magnetfeldern, deren senkrecht zum Strahl gerichtete Stärken den Strahlengeschwindigkeiten proportional sind und deren zweite der Ausdruck des Gesetzes der Energieerhaltung für unseren Fall ist. Die zweite Gleichung enthält auch die Voraussetzung, dass die wirksame beschleunigende Kraft genau die Grösse der auf ruhende Elektricitäten im elektrischen Felde ausgeübten Kraft besitze. Das Dichtenverhältniss ε/μ wurde früheren Resultaten entsprechend als von unveränderlicher Grösse und gleich $6{,}39 \cdot 10^6$ cm$^{\frac{1}{2}}$ g$^{-\frac{1}{2}}$ in Rechnung gesetzt, welche letztere Zahl das arithmetische Mittel der an drei verschiedenen Strahlenarten früher erhaltenen Zahlen* ist.

Betreffend die Geschwindigkeit v_0 ersehen wir aus der Tabelle zuerst, dass sie sich für die erste Strahlenart jedesmal kleiner ergiebt als für die zweite, ganz wie dies früher* auf anderem Wege gefunden wurde. Wir sehen weiter, dass diese Übereinstimmung auch zahlenmässig mit der zu erwartenden Genauigkeit zutrifft, denn die für dieselben beiden Strahlenarten früher gefundenen Geschwindigkeiten, 0·67 bez. 0·81 . 10^{10} cm/sec, werden von den jetzt gefundenen gut in die Mitte genommen. Wir nehmen dies als Bestätigung der benutzten Theorie und der gemachten Annahmen; wir sehen insbesondere auch den früher gefundenen Werth des Dichtenverhältnisses gut bestätigt. Übrigens wird man bemerken, dass die Schwankungen in den für dieselbe Strahlenart gefundenen Werthen von v_0 grösser sind, als die mögliche Unsicher-

---

immer wieder dieselben Strahlen erzeugt und insofern können die angegebenen Potentialdifferenzen zur Festlegung der benutzten Strahlenarten dienen. Ueber das hier verwendete Entladungsrohr und die Erzeugungsbedingungen vgl. Wied. Ann. 51. p. 227. 1894.

* Ph. Lenard, Wied. Ann. 64. p. 287. 1898.

heit der Messungen; dieser Umstand findet indess eine genügende Erklärung in den unkontrolierbaren Schwankungen, welchen die Erzeugungsbedingungen der Strahlen unterworfen sind.

Was die Geschwindigket v_1 der den Condensator verlassenden Strahlen anlangt sehen wir, dass die langsamsten Strahlen erhalten wurden durch die Verzögerung der ursprünglich schon langsameren ersten Strahlenart; das so erreichte Minimum gemessener Geschwindigkeit ist etwa ein Zehntel der Lichtgeschwindigkeit. Die schnellsten erhaltenen Strahlen, erzeugt durch Beschleunigung der zweiten Strahlenart, haben fast genau ein Drittel der Lichtgeschwindigkeit. Diese beiden erhaltenen äussersten Strahlenarten unterscheiden sich sehr bemerkbar in der Fähigkeit, den benutzten Schirm — Pentadecylparatolylketon auf Papier — zu erleuchten. Die Phosphorescenzflecke der schnellsten Strahlen sind

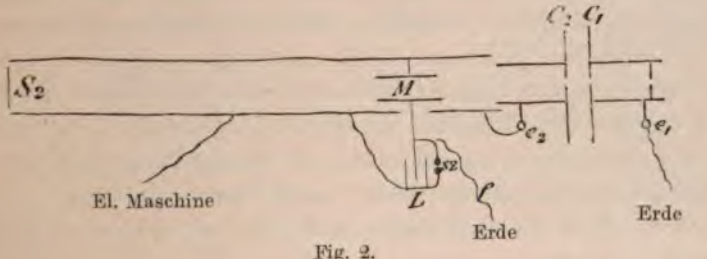


Fig. 2.

ausserordentlich hell, die der langsamsten sind nur mit Schwierigkeit überhaupt zu sehen. Eine deutliche Abweichung von scharf geradliniger Verbreitung der Strahlenbündel im leeren Raume habe ich unter den obwaltenden Umständen in keinem Falle bemerken können: auch war die Absorbierbarkeit der schnellsten Strahlenart nicht so gering, dass ein Glimmerblatt von 0·2 mm Dicke sehr bemerkbar durchdrungen worden wäre.

5. Die Veränderung der elektrischen Ablenkbarkeit der Strahlen wurde in folgender Weise beobachtet. Die Drahtrollen bei M waren entfernt und die eine der daselbst im Rohre befindlichen Metallplatten jetzt von der Wandbelegung isoliert, im übrigen die Anordnung nach dem Schema der Fig. 2 getroffen, in welcher ausser dem jetzt benutzten Schirme S_2 nur Metalltheile

gezeichnet sind; L bedeutet eine Leydener Flasche mit isolierter äusserer Belegung, s eine Funkenstrecke von $^1/_8$—$^1/_2$ mm Länge, f eine Hanfschnur. Man übersieht, dass bei geladenem Apparate die isolierte Platte M periodisch ein geringeres Potential annehmen wird als die mit C_2 verbundene andere Platte M. Der Potentialunterschied der beiden Platten ist durch die Länge der Funkenstrecke s zu regulieren, er erreicht den vollen, dieser Länge entsprechenden Betrag in dem Augenblicke, in welchem ein Funke die Strecke überspringt, worauf er zu Null herabsinkt, um dann durch die Wirkung der schwach leitenden Hanfschnur von neuem wieder anzusteigen. Man beobachtet dabei ein Wandern des Phosphorescenzfleckes am Schirm aus seiner unabgelenkten Lage heraus bis zu einem Punkte, von welchem er wieder zu jener Lage zurückspringt. Die Länge des dabei beschriebenen Weges misst die elektrische Ablenkung der durch den Condensator veränderten Strahlen. Soll die Ablenkung der unveränderten Strahlen gemessen werden, so wird das ganze System C_2 zur Erde geleitet und unter Weglassung der Hanfschnur allein die isolierte Platte M und die Flasche L geladen, so dass wieder in passenden Intervallen Funken die Strecke s überspringen. Der Weg des Phosphorescenzfleckes misst wieder die elektrische Ablenkung. Man findet dieselbe nun sehr bemerkbar vergrössert dnrch eine negative Ladung. Es betrug z. B. bei positiver Ladung bis auf annähernd 1 cm Schlagweite die elektrische Ablenkung 15 mm, wenn sie bei ungeladenem Condensator unter sonst gleichen Umständen 10 mm beträgt. Damit ist auch die Veränderung der elektrischen Ablenkbarkeit erwiesen und gezeigt, dass Sinn und Grössenordnung der Veränderung der Erwartung entsprechen.

11.

DIE BEWÖLKUNG IN DEN LÄNDERN DER UNGARISCHEN KRONE.

Von J. HEGYFOKY.

Aus «Mathematikai és Természettudományi Közlemények» (Math. und Naturwiss. Mittheilungen) XXVII. Band Nr. 3.

I. Die Wichtigkeit des Studiums der Bewölkung.

Nicht nur die Temperatur, sondern auch der tägliche Gang des Luftdruckes hängt zum Theil von der Bewölkung ab. Auf die Gemüthsstimmung wirkt dieselbe auch ein, und den Landschaftbildern verleihet sie einen eigenthümlichen Reiz.

Die vorliegende Studie beschäftigt sich mit der Discussion der *jährlichen Periode.* Dieselbe ist bis jetzt nicht untersucht worden. Einige Daten sind zwar in den wenigen Monographien neueren Ursprungs enthalten, jedoch eine zusammenfassende Untersuchung fehlt bis jetzt. Im Jahre 1865 theilte zwar J. HUNFALVY die Bewölkungsverhältnisse für 10 Stationen mit, jedoch sind seine Daten von allzukurzer Dauer, um gehörigen Aufschluss über die jährliche Periode geben zu können.

II. Die Daten.

Dieselben sind den Jahrbüchern der meteorologischen Anstalt zu Budapest entnommen und beziehen sich auf den Zeitraum 1871—1895. Die Zahl der Stationen beträgt 244. Sieben Monate schon als ein Jahr gezählt, ist die Beobachtungsdauer:

1— 5	Jahre	an	70	Stationen
6—10	«	«	60	«
11—15	«	«	57	«
16—20	«	«	20	«
21—25	«	«	37	«

Es beobachteten also 54 Procente der Stationen 1—10, und 46 Procente 11—25 Jahre hindurch.

Die Beobachtungsstunden sind 7, 2, 9. Andere Combinationen kommen selten vor.

Da sich keine Station mit 24-stündigen Beobachtungen vorfindet, kann auch nicht entschieden werden, in wie weit sich die gebrauchten Combinationen vom wahren 24-stündigen Mittel unterscheiden. Weil aber die Differenzen zwischen den gewöhnlichen Stundencombinationen und dem 24-stündigen Mittel nur sehr gering zu sein pflegen, wurden an unseren Mitteln keine Correctionen angebracht.

III. Die normalen Mittel.

Zur Bestimmung der normalen Mittel wurden zwei Wege eingeschlagen. Es wurden nämlich Mittel aus 5, 10, 15, 20 Jahren gebildet und mit einander verglichen; auch wurde die mittlere Abweichung vom Mittel längerer Perioden berechnet, ebenso für die Monate, als für das Jahr.

1. Für sechs Stationen wurden vom Jahre 1871 angefangen immer 5, 10, 15, 20 Jahre zu einem Mittel vereinigt und dasselbe in die Columne 1871, 1872, 1873 und so weiter eingetragen, und die Schwankung dieser Mittel dargethan. Das Ergebniss ist folgendes:

Bei	5—	5-jährigen	Serien	beträgt	die	Schwankung	4—12%
«	10—10	«	«	«	«	«	2— 7%
«	15—15	«	«	«	«	«	1— 4%
«	20—20	«	«	«	«	«	0— 1%

(Tabelle I im Original).

Die Schwankung ist am grössten an jenen Stationen, wo mehrere Beobachter funktionierten, mithin die Homogenität oft unterbrochen wurde. *Was also bei den anderen meteorologischen Elementen das Versetzen der Instrumente verursacht, fällt bei der Bewölkung auf den Wechsel der Beobachter, nämlich die Unterbrechung der Homogenität.*

2. Die mittlere Abweichung wurde für 32 Stationen berechnet. (Tabelle II im Original.) Dieselbe stellt sich beim Jahresmittel

viel kleiner heraus, als bei den Monatsmitteln. Das Maximum fällt theils auf den Herbst, theils auf den Winter.

Beim *Jahresmittel* beträgt die mittlere Abweichung meistens 3%. Von den 37 Serien der 32 Stationen weisen 3 eine kleinere, 12 eine grössere Abweichung als 3% auf.

Längere oder kürzere Zeiträume bewirken keine namhaften Unterschiede. In Árvaváralja macht die mittlere Abweichung des Jahresmittels 2·9, 2·8% aus, ebenso bei 20-, als 40-jährigen Beobachtungen. Die REISSENBERGER'sche 30-jährige Serie zu Nagy-Szeben weist als mittlere Abweichung 3·1, die je einer 15-jährigen 2·7, 3·2% auf; die GOTTSCHLING'sche 16-jährige Reihe hat 2·8% mittlere Abweichung. 16 Jahre in Arad zeigen 2·1, 14 Jahre in Deliblat (Bewölkung unterschätzt) 1·3% mittlere Abweichung.

Nicht so sehr die natürlichen Verhältnisse sind es also, als vielmehr die Homogenität der Beobachtugen, welche auf die mittlere Abweichung namhaften Einfluss ausüben. Wird dieselbe in Folge eines Wechsels des Beobachters unterbrochen, so steigert sich die mittlere Abweichung. So beträgt dieselbe in Ungvár, wo im Jahre 1873—1884 einer, im Jahre 1885—1895 ein anderer Beobachter functionierte, 11·9%; versucht man aber laut Eperjes die Homogenität herzustellen, dann bekommt man als mittlere Abweichung 3·7%. Die nichthomogene Serie zu Nagy-Bánya weiset 7·5, die homogene 2·5; die nichthomogene zu Késmárk 7·8, die homogene 2·3; die nichthomogene zu Budapest 3·0, die homogene 2·6; die nichthomogene zu Csáktornya aber 4·2, die homogene 4·4% mittlere Abweichung auf. Dem entsprechend wird bei den homogenen Serien auch der wahrscheinliche Fehler des Mittels kleiner, als er bei den nichthomogenen ist. (Tabelle III im Original.)

Die mittlere Abweichung der *Monatsmittel* ist in den Sommermonaten viel kleiner als in jenen der anderen Jahreszeiten. In der grossen Tiefebene tritt das Maximum im Oktober, in den anderen Gegenden meistens im Februar auf; das Minimum fällt auf Juli oder Juni. Die Umgegend der Hohen Tátra weiset das Minimum im November auf.

*

Für Árvaváralja und Nagy-Szeben wurden die Differenzen zwischen 5, 10, 15 und 20-jährigen Perioden gegen jene von 30, 40 homogenen Jahren nicht nur bezüglich des Jahresmittels, sondern auch bezüglich der Monatsmittel dargestellt. (Tabelle IV im Original.) Zu Árvaváralja beträgt die Schwankung beim Jahresmittel 5-jähriger Perioden 6 (+3 und —3), 10-jähriger 4 (+2 und —2), 20-jähriger 2% (+1 und —1). Zu Nagy-Szeben ist dieselbe Grösse einer 5-jährigen Periode 6 (+3 und —3), einer 10-jährigen 1 (0 und +1), einer 15-jährigen 2% (+1 und —1). — Bei den Monatsmitteln sind die Differenzen der 5, 10, 15, 20-jährigen Perioden gegen die 30, 40-jährigen Mittel schon viel grösser. Obwohl im Allgemeinen die Differenzen zwischen 5, 10, 15, 20 Jahren gegen 30 und 40 Jahre desto kleiner werden, je mehr Jahre diese kürzeren Perioden aufweisen, ist dies doch nicht bei jedem Monat der Fall. Zu Árvaváralja ist Juli und August, zu Nagy-Szeben Oktober der veränderlichste Monat. Am ersten Orte beträgt die Differenz einer 20-jährigen Periode gegen die 40-jährige + oder — 6 bis 7%; zu Nagy-Szeben eine 15-jährige gegen die 30-jährige +7 oder —6%.

3. Der wahrscheinliche Fehler. Derselbe wird bei den oben erwähnten 32 Stationen ebenso für die Monate, als für das Jahr mitgetheilt. (Tabelle V im Original.) Er beträgt bei Stationen mit homogenen Serien bei dem Jahresmittel einer 20-jährigen Periode höchstens 0·5%; sind aber die Reihen nicht homogen, so kann derselbe auch 1·1% ausmachen.

Die Monatsmittel einer 20-jährigen homogenen Serie haben einen wahrscheinlichen Fehler, der kleiner ist als 2%; bei einer 30—40-jährigen schwankt er um 1·5% herum.

Das Jahresmittel kann also bis auf ±1% aus weniger als 15 Jahren schon bestimmt werden; die Monatsmittel aus beiläufig 40 Jahren. Da aber 40—50 Jahre hindurch ein und derselbe Beobachter kaum functioniert, und mithin die Homogenität verloren geht, kann auch nicht gehörig festgestellt werden, wie viele Jahre zur Bestimmung der normalen (±1%) Monatsmittel nöthig sind.

IV. Die Homogenität der Daten.

Zur Eruierung der Homogenität wurden die Jahresmittel verwendet. Die 244 Stationen wurden nach den Gegenden des Landes in sieben Gruppen eingetheilt, und das Jahresmittel gegen das vorangehende mit + oder — bezeichnet, je nachdem der Bewölkungsgrad zu- oder abnahm. Aus den sieben Gruppen wurde dann das Landesmittel gebildet. (Tabelle VI im Original.) Die sehr abweichenden Differenzen der einzelnen Stationen wurden eingeklammert und bei der Bildung der sieben Gruppenmittel ausgelassen. Die sieben Gruppenmittel und das Landesmittel sind für den ganzen Zeitraum 1871—1895 auch graphisch dargestellt worden. (Graphische Tabelle *A* im Original.)

Der grösste Unterschied zwischen zwei Jahren beträgt laut den sieben Gruppen +7·9 und —9·3% und kommt in der Gegend der SE-Karpaten vor.

Der zu- und abnehmende Bewölkungscharakter ist meistens im ganzen Lande derselbe. Gegen 1871 wächst im Jahre 1872 der Bewölkungsgrad in allen Gegenden des Landes, in Siebenbürgen aber nimmt er ab; ebenso ist es im Jahre 1876. Das Jahr 1877 zeigt abnehmende, 1878 zunehmende, 1879 und 1880 abnehmende 1881 zunehmende Bewölkung im ganzen Lande. Im Jahre 1882 nehmen die E-Karpaten an der allgemeinen Aufklärung nicht Theil, ebenso wie im Jahre 1883 an der allgemeinen zunehmenden Bewölkung. Auch im Jahre 1884—1888 ist der Gang der Veränderung nicht im ganzen Land derselbe. Am auffallendsten ist die allgemeine Zunahme der Bewölkung im Jahre 1889 und die Abnahme in 1890. Dann folgen zwei Jahre mit theilweiser und drei mit allgemeiner Veränderung.

Die ersten Jahre der 25-jährigen Periode waren mehr heiter als das Mittel, dann folgten mehr trübe und wieder mehr heitere und zuletzt etwas mehr bewölkte Jahre. Die Abweichung des Landesmittels vom 25-jährigen Mittel ist bei den einzelnen Lustren in % folgende:

1871/75	1876/80	1881/85	1886/90	1891/95
—1·0	+1·5	—0·1	—1·0	+0·6

Durch das erwähnte Verfahren kann zwar der Gang der Bewölkung von einem Jahre zum anderen bestimmt, und gröbere Unterbrechungen in der Homogenität aufgedeckt werden, jedoch kann nicht dargethan werden, welchen Daten im Falle des Nichtübereinstimmens der Vorzug gebühre. *Eine homogene Serie zeigt nur die Veränderung von Jahr zu Jahr pünktlich an, nicht aber auch den gut oder minder gut geschätzten Bewölkungsgrad.*

Der Unterschied zweier sich folgenden Jahre kann nun benützt werden zur Berechnung der Bewölkungsgrösse. Es werden die zwei auffallendsten Jahre (1889, 1890) mit maximaler Veränderung ausgewählt und für 73 Stationen die Originalmittel dieser zwei Jahre nach Thunlichkeit corrigiert und für jede der sieben Gruppen das 25-jährige Mittel bestimmt. (Tabelle VII im Original.) Auf diese Weise bekommt man für die:

I. Grosse Tiefebene als mittlere Bewölkung	50·0%
II. Gegend zwischen der Adria und Drau, Bewölkung	56·3%
III. Gegend zwischen der Drau und Donau, Bewölkung	54·3%
IV. Kleine Tiefebene, Bewölkung	53·0%
V. Gegend um die Tátra, Mátra und Fátra, Bewölkung	56·0%
VI. Gegend der E-Karpaten, Bewölkung	62·3%
VII. Gegend der SE-Karpaten, Bewölkung	53·5%
Mittel (kleine Tiefebene mit ½ Gewicht) Bewölkung	56·5%.

Lässt man bei der Gruppe VI Ungvár und Nagy-Bánya weg, dann wäre das Landesmittel 55·5%.

Die Homogenität der Daten wird auch auf andere Weise geprüft. Nachdem es sich herausstellte, dass das Interpolieren einzelner Monats- und Jahresmittel bei einer Entfernung bis zu 100 und mehr Km. beider Stationen zulässig ist, so liegt es auf der Hand, dass man alle Stationen mit einer in der Mitte des Landes vergleichen könnte, um über die Homogenität und zugleich auch über die Güte der einzelnen Jahresmittel ein Urtheil fällen zu können. Leider haben wir aber keine homogene und ganz vertrauungsvolle Serie aus der Mitte des Landes. So weit als möglich, wurde also eine Vergleichsserie aus den Beobachtungen des Verfassers hergestellt, obwohl derselbe nicht immer an derselben Stelle beobachtete. Seine Daten wurden mit jenen aus Kecskemét (Beobachter Herr Professor Parragh) bezüglich der Jahre

1873—1881 homogen hergestellt, und das Jahr 1871 und 1872 interpoliert. Mit dieser Serie, N. A. benannt (Nagy-Alföld = Grosse Tiefebene), wurde das Jahresmittel jeder Station verglichen. (Tabelle VIII im Original.)

Es stellte sich heraus, dass bei homogenen Serien selbst bei einer Entfernung von 200—300 Km. die Differenzen der fünf Lustren genug constant sind und nur 2—4% Schwankung aufweisen; sind aber die Lustrenmittel nicht homogen, dann beträgt die Schwankung auch 10 bis 17%.

Das Jahresmittel aus 10 und mehr Jahren gerechnet, wurde nur für 68 Stationen, deren Differenzen gegen die Vergleichsserie ziemlich constant bleiben, gebildet. (Tabelle IX im Original.) Als wahrscheinlichstes Jahresmittel bekommt man also für die:

I. Grosse Tiefebene laut 14 Stationen	52·6%
II. Gegend zwischen der Adria und Drau 7 Stationen	55·3%
III. Gegend zwischen der Drau und Donau 9 St.	53·2%
IV. Kleine Tiefebene laut 6 St.	55·7%
V. Gegend um die Fátra, Mátra und Tátra 10 St.	55·6%
« « « « « « « 4 St.	64·0%
VI. Gegend der E-Karpaten laut 6 St.	63·0%
VII. Gegend der SE-Karpaten laut 12 St.	55·4%
Mittel der 68 Stationen	55·8%.

Dieses Mittel stimmt mit jenem, welches aus den Jahren 1889 und 1890 mittels der Differenzen von Jahr zu Jahr berechnet wurde, und 56·5 oder 55·5 ausmacht, ganz gut überein. Nach Svante Arrhenius beträgt die Bewölkung auf dem 47. Breitengrad 55% (Hann. Klim. I. 217.); Ungarn scheidet derselbe beiläufig in der Mitte, und die mittlere Bewölkung des Landes macht 55—56% aus.

Die grosse Tiefebene hat fast gleiche Bewölkung, als die hügelige Gegend jenseits der Donau. Kroatien und Slavonien, so wie die Umgegend der Karpaten von Pozsony bis zur rumänischen Landesgränze ist so zu sagen gleichförmig bewölkt. Mehr zunehmende Bewölkung zeigen die Central-Karpaten und die Gebirge in Mármaros, dann die SE-Karpaten um Ruszkabánya und Petrozsény.

Bei der Besprechung der Homogenität wird auch die Reduction kürzerer Perioden auf längere Zeiträume erwähnt. Selbst-

verständlich ist dieses Verfahren nur an Stationen mit homogenen Beobachtungen zu gebrauchen. Zu dem Behufe wird Árvaváralja und Eperjes in Betracht gezogen. Zuerst wird die mittlere Abweichung vom langjährigen Mittel für Eperjes aus den Jahren 1871—1894, für Árvaváralja aus der Periode 1851—1890 dargegethan (Tabelle X im Original), dann die Differenz zwischen beiden Stationen für die Jahre 1871—1894 (Tabelle XI im Original), und zuletzt die Abweichung der Differenzen vom Mittel, oder die Variabilität der Differenzen für die Periode 1871—1894. (Tabelle XII im Original.)

Die maximale mittlere Abweichung vom langjährigen Mittel fällt bei Árvaváralja auf den Dezember mit $\pm 11{\cdot}3\%$, bei Eperjes auf den Februar mit $\pm 10{\cdot}1\%$; die maximale mittlere Variabilität der Differenzen stellt sich im Februar mit $\pm 5{\cdot}9\%$ ein. Im Allgemeinen ist die mittlere Abweichung der Monatsdifferenzen vom Mittel zwei- bis dreimal geringer als die mittlere Abweichung der directen Monatsmittel vom Mittel der langjährigen Periode. Kürzere Reihen können also mit Vortheil auf längere reduciert werden, jedoch nur in dem Falle, wenn die Daten homogen sind, was aber bei einem Beobachterwechsel kaum anzutreffen ist.

Die Variabilität der Differenzen wird für acht Stationspaare berechnet, ebenso der wahrscheinliche Fehler derselben für die zwei Monate maximaler und minimaler Variabilität. (Tabelle XIII im Original.) Als Resultat ergiebt sich, dass kürzere homogene Serien mit Vortheil in Bezug des Jahresmittels, sowie des Monatsmittels mit kleinster Variabilität, auf längere reduciert werden können, dass aber die Reduction der Monatsmittel mit grösster Variabilität kaum vom Nutzen ist.

Dann wird an neun Stationspaaren gezeigt, dass, wenn fünf Jahre auf 14—15 Jahre reduciert werden, bei sechs Paaren ein sehr gutes Jahresmittel erhalten wird; dass aber bei dem Monat mit maximaler Variabilität das reducierte von dem originalen Mittel schon um 3—7% abweicht; und dass bei drei Stationspaaren schlechtere Resultate erhalten werden. (Tabelle XIV im Original.)

V. Die jährliche Periode.

In sieben Gruppen eingetheilt, werden die 244 Stationen mit Angabe der Beobachtungsdauer nach ihren Monats-, Winter-, Frühlings-, Sommer-, Herbst- und Jahresmitteln dargestellt. (Tabelle XV im Original.) Das Ergebniss ist folgendes:

1. Der trübste Monat, besonders in der NE-Hälfte des Landes von Pressburg (Pozsony) bis zum östlichen Saume Siebenbürgens, ist der Dezember; in der SW-Hälfte ist es theils der Dezember, theils der Januar. Eine kleine Abweichung zeigen die Berge bei Borostyánkő jenseits der Donau, wo das Maximum der Bewölkung auf den November fällt.

2. Der heiterste Monat ist der August. In einem Theile von Kroatien und Slavonien, in der Gegend von Bróod und Ó-Gradiska ist der Juli etwas heiterer als der August; in dem östlichsten Theil des Landes, in den Bergen von Mármaros, fällt das Minimum auf den September. Hochgelegene Stationen in der Tátra und Mármaros sind im Februar am heitersten.

3. Das Maximum der Bewölkung fällt auf den Winter, das Minimum auf den Sommer. Die Bergstationen in der Tátra und Mármaros sind im Herbst am trübsten, am heitersten im Winter oder Frühling.

Der Bewölkungsgrad ist oft über- oder unterschätzt. An einem Orte auf der grossen Tiefebene weiset der trübste Monat 72, an einem anderen nur 50% auf. Es muss also untersucht werden, ob durch abweichende Schätzungweise die jährliche Periode nicht verwischt wird.

Zu dem Behufe werden die Monatsmittel aller Stationen mit fünf- und mehrjährigen Daten mit dem Jahresmittel verglichen und die jährliche Periode als Abweichung der Monatsmittel vom Jahresmittel dargestellt. (Tabelle XVI im Original.) Es ergiebt sich, dass nahegelegene Stationen, deren Jahresmittel um 15—18% differiert, in Bezug der jährlichen Periode bei den Monatsmitteln bis auf 2—3 Prozente übereinstimmen; mithin erscheint dieselbe weder durch Ueber-, noch durch Unterschätzung verfälscht zu sein.

Die jährliche Periode stellt sich nach den originalen Daten für das ganze Land folgendermassen heraus:

Jan.	Febr.	März	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
8·7	3·4	1·7	0·6	—2·0	—2·6	—11·7	—14·0*	—10·3	2·5	9·8	13·3

Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
8·5	0·1	—9·4*	0·7	50·5

Die maximale Zunahme der Bewölkung vom September zum Oktober ist bei allen sieben Landesgruppen anzutreffen; nicht so die maximale Abnahme vom Juni zum Juli, weil in den E-Karpaten dieselbe zwischen Dezember und Januar auftritt. Auch auf der kleinen Tiefebene ist die Verminderung der Bewölkung vom Februar zum März etwas grösser als zwischen Juni und Juli.

Die heitersten drei Monate sind Juli, August, September. In der westlichsten Gegend des Landes ist der Juli um 0·5% heiterer, als der August; in der östlichen ist zwar auch der August der heiterste, aber der September ist um 2·2% mehr heiter als der Juli, hingegen ist beim Landesmittel der September um 1·4% trüber, als der Juli. Als Unicum steht die Gegend der SE-Karpaten, wo der Oktober um 3·3% heiterer ist als der Juni; das Landesmittel zeigt den Oktober um 5·1% mehr trüb als den Juni.

Etwas Aehnliches bemerkt man auch bezüglich November und Januar. Im südlichen Theile des Landes ist der Januar etwas trüber als der November; im nördlichen hingegen ist der Januar heiterer als der November.

In den E-Karpaten ist der Februar auffallend heiter, der März viel trüber als in den anderen Gegenden des Landes.

Mit dem Jahresmittel stimmt am besten der April überein; vom April bis September ist der Himmel reiner, vom Oktober bis April aber trüber. Frühling und Herbst hat fast gleiche Bewölkung, als das Jahresmittel; der Winter ist beiläufig um so viel trüber, als der Sommer heiterer ist. Im Osten ist der Frühling etwas trüber als der Herbst; in den anderen Gegenden des Landes, besonders in der kleinen Tiefebene, ist der Herbst etwas trüber als der Frühling.

Die Schwankung der Monatsmittel ist bei den sieben Gruppen am grössten in der grossen Tiefebene und in Kroatien und

Slavonien, am kleinsten in den N- und E-Karpaten. *Die Grösse der Schwankung hängt also von der geographischen Breite und der Seehöhe ab.*

In den N-, E- und SE-Karpaten treffen wir einen besonderen Typus der Bewölkung an, den Höhentypus. (Tabelle XVII im Original.) 28 Stationen stellen denselben in Abweichungen vom originalen Jahresmittel folgendermassen dar:

Jan.	Febr.	März	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
—0·5	—4·5	3·1	0·9	—1·2	1·7	—5·1	—6·9*	—6·5	5·8	5·5	*8·1*

Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
1·0	0·9	—3·5*	*1·5*	52·4

Es ist zwar auch in der bergigen Gegend der Juli, August, September am heitersten, jedoch bildet sich im Februar ein secundäres und im Mai ein tertiäres Minimum aus. Das Hauptminimum stellt sich in den N- und SE-Karpaten im August, in den E-Karpaten um Marmaros im September ein.

Die Schwankung der Monatsmittel beträgt 15%; mithin ist in der Seehöhe von ungefähr 600 Meter eine um 13% geringere Schwankung anzutreffen als auf der grossen Tiefebene in etwa 100 Meter Seehöhe. Es kann aber daraus nicht geschlossen werden, dass die Schwankung proportionell der Seehöhe abnehme, denn auf dem Obir (2044 M.) macht dieselbe 19, auf dem Sonnblick (3106 M.) aber 27% aus.

Auf dem Obir und Sonnblick ist der Winter die heiterste Jahreszeit. Diese Eigenschaft ist nur in Tátrafüred (1004), an der höchsten unserer Stationen, anzutreffen. Wie auf dem Obir, ist auch hier der Winter am heitersten, der Frühling am trübsten. Die Schwankung macht in Tátrafüred 13% aus. Auch an anderen höhergelegenen Stationen, wie Sljeme, Borostyánkő und Csiksomlyó ist der Winter etwas weniger bewölkt als an benachbarten niedrigeren Orten.

Oben wurde erwähnt, dass für 68 Stationen ziemlich verlässliche Jahresmittel aus den homogenen Daten gebildet wurden. Würde man an diese Mittel die Abweichungen der Monatsmittel vom ursprünglichen, aus allen Daten gerechneten Jahresmittel anbringen, so könnte man für die Stationen auch viel verlässlichere

Monatsmittel erhalten. Diese Operation wurde aber nur für die sieben Gruppen und den Höhentypus ausgeführt. (Tabelle XIX im Original.) Die corrigierte mittlere Bewölkung ist bei den charakteristischsten Gruppen folgende:

Grosse Tiefebene

Jan.	Febr.	März	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
64·4;	58·0;	54·5;	53·7;	49·4;	48·5;	37·9;	36·1*;	40·8;	54·4;	63·5;	*68·4*

SE-Karpaten

62·0;	58·8;	59·0;	58·0;	55·9;	55·8;	44·5;	40·9*;	44·6;	54·9;	63·2;	*67·6*

N- und E-Karpaten

68·7;	62·7;	65·9;	64·9;	61·0;	64·1;	56·0;	52·8*;	54·5;	67·2;	72·1;	*74·4*

Das ganze Land

64·5;	59·2;	57·5;	56·4;	53·8;	53·2;	44·1;	41·8*;	45·5;	58·3;	65·6;	*69·1*

Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr	Schwankung
63·6;	52·6;	40·8*;	53·0;	52·6;	32·3
63·1;	57·7;	47·1*;	54·0;	55·4;	26·7
68·6;	63·9;	57·6*;	64·6;	63·4;	21·6
64·3;	55·9;	46·4*;	56·5;	55·8;	27·3

Im Winter ist die grosse Tiefebene kaum etwas (3·6%) heiterer als der trübste Theil des Landes. Die Gegend jenseits der Donau ist am heitersten, um $1^1/_2$% heiterer als die grosse Tiefebene.

Im Frühling ist die grosse Tiefebene und die Gegend jenseits der Donau um 10, im Sommer um 17% heiterer, als die bewölktesten E-Karpaten.

Im Herbst ist die grosse Tiefebene und Siebenbürgen am heitersten.

Die sieben Gruppen, der Höhentypus (595 M.), die N- und E-Karpaten (401) M. wurden auch graphisch dargestellt. (Graphische Tabelle *B* im Original.)

VI. Die Ursache der jährlichen Periode.

Im Winter und Sommer verhält sich die relative Feuchtigkeit ebenso, wie die Bewölkung. Es wird nun untersucht, ob dies auch für die einzelnen Monate zutrifft. 18 Stationen (Tabelle XX im Original) geben folgendes zu erkennen:

1. Das Maximum der relativen Feuchtigkeit fällt, analog der Bewölkung, auf den Dezember. In der grossen Tiefebene ist dasselbe im Dezember und Januar anzutreffen, gerade so, wie bei der Bewölkung.

2. Das Minimum der relativen Feuchtigkeit stellt sich nicht in dem Monat der minimalen Bewölkung, im August, sondern im Juli ein. In der Karpaten-Gegend zeigt sich das Hauptminimum im April und Mai. In der grossen Tiefebene und jenseits der Donau entwickelt sich das secundäre Minimum im April nur sehr schwach. — Der Sommer ist am wenigsten feucht in der grossen Tiefebene und jenseits der Donau; in der Karpaten-Gegend weiset der Frühling die minimale Feuchtigkeit auf.

Auf Tabelle *B* im Original werden die Monatsmittel auch graphisch dargestellt. Dieselbe lässt erkennen, dass der normale Gang im April, Mai und Juni gestört ist. Auch bei der Bewölkung zeigt sich etwas Aehnliches; der abfallende Ast der Kurve ist im März, April, Mai und Juni nicht symmetrisch.

Juni ist trüber und feuchter, als er sein sollte; es ist dies der Monat mit maximalem Niederschlage im ganzen Lande.

Der Luftdruck ist im April, Mai und Juni am geringsten. Das häufigere Erscheinen der Depressionen verursacht oft Regenwetter, mithin ist der normale Gang der relativen Feuchtigkeit und Bewölkung gestört. Im Oktober nimmt die Bewölkung am stärksten zu; ebenso die relative Feuchtigkeit. Auch der Regenfall zeigt in diesem Monat ein secundäres Maximum und der Luftdruck ein secundäres Minimum.

Die Windstärke spielt gewiss auch eine Rolle bei dem Gange der relativen Feuchtigkeit. An sieben Stationen ist dieselbe im März zwar am grössten, jedoch im April kaum etwas geringer. (Tabelle XXI im Original.) — Auf dem Sonnblick ist die Windstärke im Sommer am kleinsten, im Winter am grössten; die relative Feuchtigkeit ist hingegen zur Zeit der kleinsten Windstärke, im Sommer am grössten, im Winter, bei der stärksten Luftströmung, am kleinsten.

Eine andere auffallende Eigenschaft ist jene, der zu Folge das Minimum der relativen Feuchtigkeit sich um einen Monat früher (im Juli) einstellt, als jenes der Bewölkung (im August). Ob

dies aber auch in der freien Atmosphäre, im Wolkenniveau, der Fall ist, scheint nicht wahrscheinlich zu sein; weil das Maximum der Temperatur schon auf hohen Bergen sich auf die ersten Tage des August verspätet, mithin auch das Minimum der relativen Feuchtigkeit oben später, etwa im August, auftreten kann, und nicht im Juli, wie unten.

Die relative Feuchtigkeit ist im Winter im ganzen Lande fast vollkommen gleich, im Sommer aber ist die grosse Tiefebene um 10% weniger feucht als die Karpaten-Gegend. Die Schwankung der Monatsmittel beträgt bei unseren 18 Stationen 18·1%; in der Karpaten-Gegend ist der Unterschied zwischen Dezember und April 15·1, zwischen Dezember und Juli 11·6%; hingegen im übrigen Theil der Landes zwischen Dezember und Juli 23·6%, zwischen Dezember und April 19·8%. In der grossen Tiefebene stellt sich die minimale Feuchtigkeit in der wärmsten Jahreszeit ein; in der bergigen Gegend ist der Sommer feuchter als der Frühling.

Laut zwei Stationen in der grossen Tiefebene und Siebenbürgen sind im Winter die Nebeltage am häufigsten, im Sommer am seltensten; Herbst hat mehr Nebeltage als der Frühling. Auch dieser Umstand übt einen Einfluss auf die Grösse der Bewölkung aus.

Die nephische Windrose zu Turkeve (5 Jahre) giebt zu erkennen, dass die Bewölkung im Winter und Frühling bei Winden aus der N-Hälfte des Horizontes geringer ist, als bei jenen aus der S-Hälfte; Sommer und Herbst verhält sich umgekehrt. Dies hängt von der Vertheilung des Luftdruckes ab. Wie bei verschiedenen Winden in der grossen Tiefebene die Wolken ziehen, zeigt Tabelle XXII. im Original.

Der jährliche Gang der Bewölkung hängt also hauptsächlich von der Temperatur, der relativen Feuchtigkeit, vom Auftreten und Zug der Depressionen und den Winden um dieselben, also vom Luftdruck ab. Orographische Verhältnisse spielen auch eine Rolle dabei.

VII. Die Bewölkung, der Niederschlag und Wasserstand.

Zwischen diesen Elementen besteht ein gewisser Zusammenhang.

Berechnet man die Abweichungen vom Mittel in Procenten, und zwar für den Wasserstand der Donau bei Pressburg und Orsova (1876—1895), für den Niederschlag an 31—41 Stationen (1871—1895) und die Bewölkung (1871—1895), wie sie eben dargestellt wurde, so bekommt man als Abweichung der Lustrenmittel vom Gesammtmittel:

		1871/75	1876/80	1881/85	1886/90	1891/95
Bewölkung		—1·0	+ 1·5	—0·1	—1·0	+0·6
Niederschlag		—3·1	+ 5·3	—0·3	—2·6	+0·9
Wasserstand	Pressburg	+11·8		—6·7	—5·1	0·0
	Orsova	+15·6		+1·0	—7·5	—9·3

Im Lustrum 1876—80 ist die Bewölkung, der Niederschlag und Wasserstand am grössten; in den folgenden zwei Lustren 1880—1885 und 1886—1890 nehmen alle drei Elemente ab, beim Wasserstand in Pressburg ist in 1886—1890 schon geringe Zunahme wahrzunehmen, in Orsova aber, wo sich die Landesniederschläge viel besser abspiegeln, nimmt der Wasserstand noch ab; im letzten Lustrum nimmt die Bewölkung, der Niederschlag und Wasserstand bei Pressburg zu, in Orsova kommt noch geringe Abnahme vor. Der trockene Charakter dauert im Osten noch fort, als er im Westen schon geschwunden ist. Die Flüsse sinken im Osten noch, als sie im Westen steigen. Im Lustrum 1871—75 ist die Bewölkung unter dem Mittel, das Wetter ist trockener, die Donau steht niedriger als im Mittel, wie dies im Werke «Wasserstand der Flüsse und Niederschlag in Ungarn» gezeigt wurde. Die zwei Elemente des Niederschlages und Wasserstandes bei Orsova werden auch graphisch zum Vergleich mit der Bewölkung dargestellt. (Graphische Tabelle *A* im Original.)

Bei allen drei Elementen stellt sich der trockene Charakter der Witterung am auffallendsten in den Jahren 1883—1888, und der feuchte in der Periode 1876—1881 heraus.

*

Das Jahresmittel der Bewölkung wurde zwar für 68 Stationen nach Möglichkeit bestimmt, jedoch kann dasselbe nicht für jede Station als absolut gewiss betrachtet werden. Ebendesshalb konnten auch keine Isonephen gezogen werden und wurden bloss die Jahresmittel in die Karte eingeschrieben.

VIII. Die Monats- und Jahresmittel der Stationen.

Für alle 244 Stationen sind dieselben, nebst den Lustrenmitteln, alphabetisch mitgetheilt (im Original). Man kann also leicht die Lustrenmittel vergleichen und bestimmen, ob die Differenzen wenigstens in den vier Jahreszeiten constant bleiben, oder nicht. Auch können einzelne Monate in Bezug eines gewissen Wolkengrades schnell aufgesucht werden. Neben den Lustrenmitteln sind hie und da auch Mittel aus 3—4 Jahren mitgetheilt. Interpolierte Daten wurden in Klammern gesetzt; ebenso jene Monatsmittel bei den Lustren und dem ganzen Zeitraume, welche aus weniger Jahren, als andere berechnet sind. Die geographische Länge der Stationen ist von Greenwich gezählt. Ein *Z* bedeutet Zonen (mitteleuropäische) Zeit, kommt aber selten vor, weil die Beobachtungen nach Ortszeit angestellt wurden.

ÜBER DIE WIRKUNG EINIGER GASE UND METALLE AUF DIE PHOTOGRAPHISCHE PLATTE.

Von BÉLA von LENGYEL, ord. Mitgl. d. ungar. Akademie d. Wiss.

Vorgetragen in der Sitzung der ungarischen Akademie am 17. Oktober 1898.

Aas «Mathematikai és Természettudományi Értesitő» (Math. und Naturwiss. Anzeiger) Bnd. XVI. pag. 365—377.

Seitdem RÖNTGEN die nach ihm benannten Strahlen entdeckte, wurden zahlreiche Untersuchungen publiciert, welche sich theils auf die Eigenschaften der *X*-Strahlen, theils auf andere, den *X*-Strahlen ähnliche, doch von diesen in mancher Beziehung verschiedene Strahlen bezogen.

H. BECQUEREL entdeckte die Uranstrahlen,* G. C. SCHMIDT die Thorstrahlen.** Diese Strahlen üben eine ähnliche Wirkung aus wie die *X* Strahlen, sind aber doch von ihnen verschieden. Dass diese Wirkungen von strahlender Energie herrühren, ist nach den Untersuchungen der genannten Forscher nicht zu bezweifeln. Es giebt aber noch eine Menge anderer Körper, die auf die photographische Platte einwirken, wie von den verschiedensten Forschern, vor allem in letzter Zeit von W. J. RUSSEL,*** nachgewiesen wurde.

Er untersuchte viele organische Körper und schliesst aus seinen Versuchen, dass die Dämpfe, besonders der leicht oxydierbaren Körper, die photographische Platte beeinflussen. Aus der auffallenden Analogie der Wirkungen einerseits der Dämpfe sog. Körper, andererseits der Metalle schliesst er, dass die (polierten) Metalle bei gewöhnlicher Temperatur verdampfen.

---

* H. BECQUEREL: Compt. rend. 76. u. 77.

** G. C. SCHMIDT: Wied. Ann. 65. p. 141. 1898.

*** W. J. RUSSEL: Proc. Roy. Soc. London.

Ich beabsichtigte zu untersuchen, ob auf die photographische Platte das metallische Calcium eine ähnliche Wirkung ausübt wie die von PELLAT und anderen aufgezählten Metalle, und wurde dabei veranlasst, die unten beschriebenen Versuche anzustellen.

1. Auf eine in schwarzes Papier gewickelte photographische Platte wurde ein Stück Calcium mit der polierten Fläche aufgelegt, mit einem Trichter bedeckt und durch den Trichter, um die Oxydation des Metalles zu verhüten, ein langsamer Strom von wohlgetrockneter Kohlensäure geleitet. Nach zehn Stunden wurde die Platte entwickelt. Es erschien auf der Platte ein runder, der Öffnung des Trichters entsprechender dunkler Fleck, in dessen Mitte, dort wo das Calciumstück auflag, ein heller, den Conturen des Metallstückes entsprechender weisser Fleck sich zeigte. Auf denjenigen Theilen der Platte, welche vom Trichter nicht bedeckt waren, war keine Wirkung wahrzunehmen. Aus diesem Versuch geht hervor, dass das Calcium auf die Platte wirkungslos war; hingegen schien die Kohlensäure einzuwirken. Diese Erscheinung liesse sich entweder dadurch erklären, dass der Trichter, mit welchem das Calciumstück bedeckt war, nachdem er früher dem Tageslicht ausgesetzt war, phosphorescierte und dadurch die Wirkung hervorrief, oder dass die Kohlensäure selbst oder die Spuren Unreinigkeiten, die sie enthielt (sie wurde aus Marmor entwickelt), oder schliesslich die Produkte der Einwirkung der Kohlensäure auf das schwarze Papier die beobachtete Wirkung hervorbrachte. Die Wirkung kann indessen einer Phosphorescenz kaum zugeschrieben werden, denn dann hätte sie sich, wenigstens theilweise, auch ausserhalb des Trichters zeigen müssen. Schreibt man die Wirkung der Kohlensäure zu, so scheint es a priori ausgeschlossen, dass die Wirkung durch irgend welche Strahlen, welche durch die Kohlensäure emittiert würden, herrühre. Wenn Gase überhaupt auf die photographische Platte wirken, so kann diese Wirkung kaum eine andere als eine chemische sein. Da, nach meinem Wissem, die Frage über die Wirkung der Gase auf die photographische Platte kaum untersucht ist, habe ich beschlossen, die im Folgenden beschriebenen Versuche anzustellen.

2. Auf eine in schwarzes Papier gehüllte photographische

Platte* wurde ein Trichter gestülpt, durch dessen Röhre ein Wasserstoffstrom geleitet wurde. Das Gas war durch eine Waschflasche, dann durch eine mit Kupfersulfatlösung getränkte Bimssteinstücke enthaltende Röhre geleitet und schliesslich mit Chlorcalcium getrocknet. Nach 10 Stunden wurde die Platte entwickelt, wobei auf der Platte ein kreisförmiger, der Trichteröffnung entsprechender schwarzer Fleck erschien.

3. Es wurde eine photographische Platte, welche auf einem kleinen, aus Glasstäbchen verfertigten Dreifuss lag, unter eine Glasglocke gestellt, deren Öffnung mit reinem destillierten Wasser verschlossen war. Auf der sensiblen Seite der Platte lag ein kleines, sehr dünnes, dreieckiges Glimmerblättchen. Durch den Tubus der Glocke wurde dieselbe mit reinem Wasserstoff gefüllt und das ganze 10 Stunden lang stehen gelassen. Beim Entwickeln schwärzte sich die ganze Platte sehr intensiv, aber die Stelle, wo das Glimmerblättchen lag, blieb weiss; die weisse Stelle war nicht scharf begrenzt, sondern die Schwärzung erstreckte sich verschwommen gegen das Innere des Dreieckes, dessen Mitte vollkommen weiss blieb.

Aus diesen Versuchen geht hervor, dass feuchter Wasserstoff energischer wirkt als trockener; ferner, dass die Wirkung der Lichtwirkung ähnlich ist, indem der Wasserstoff das Bromsilber, ebenso wie das Licht, zur leichten Reducierbarkeit disponiert. Die Wirkung scheint in der Berührung des Bromsilbers und Wasserstoffs zu bestehen und nicht durch vom Wasserstoff ausgesandte Strahlen hervorgerufen zu sein. Das beweist schon der Umstand, dass die Wirkung des Wasserstoffs auch unter der Glimmerplatte, nahe zu den Rändern sich noch zeigte, was kaum denkbar ist, wenn man annimmt, dass die Wirkung von irgend einer Strahlung herrühre.

4. Mit demselben Apparat wurde ein Versuch mit reinem, aus Ammoniumnitrit dargestellten Stickstoff gemacht. Die Platte zeigte nach dem Entwickeln eine schwache, aber deutlich wahr-

---

* Ich benutzte zu meinen Versuchen ausschliesslich Dr. Schleussner'sche Platten. Die Versuche wurden selbstverständlich im Dunkelzimmer ausgeführt.

nehmbare Wirkung. Die Stelle, wo ein dünnes Glassblättchen lag, zeigte keine Wirkung.

5. Derselbe Versuch wurde mit Aethylen gemacht. Die Platte zeigte nach dem Entwickeln eine starke Wirkung des Gases. Auch in diesem Falle blieb die mit einer kleinen, dünnen Glasplatte bedeckt gewesene Stelle unverändert, jedoch zeigte es sich auch hier wie in Versuch 2, dass der negative Schatten der Platte nicht scharf begrenzt war.

6. Das Resultat war dasselbe, wenn statt Aethylen Methan einwirkte, nur war die Wirkung in diesem Falle etwas schwächer.

7. Reines Kohlenoxyd verhielt sich wie Wasserstoff und Aethylen, aber die Wirkung war noch intensiver als die der anderen Gase.

Aus diesen Ergebnissen muss der Schluss gezogen werden, dass die reducierenden Gase viel energischer wirken, als die in dieser Hinsicht indifferente Kohlensäure und der Stickstoff. Um die Richtigkeit dieses Schlusses zu prüfen, wurden jetzt einige Versuche mit oxydierenden Gasen angestellt.

8. Mit derselben Versuchsanordnung wurde vorerst Sauerstoff geprüft. Nachdem die photographische Platte 10—12 St. mit Sauerstoff gestanden hatte, wurde die Platte entwickelt, ohne die geringste Spur einer Wirkung zu zeigen.

9. Dasselbe Resultat erhielt ich mit sogenanntem Stickoxyd. Das Gas corrodierte die Gelatineschicht, aber die Platte liess beim Entwickeln nicht die geringste Spur einer anderweitigen Wirkung wahrnehmen.

Die in den beschriebenen Versuchen erzielten Resultate liessen voraussehen, dass die schwache Wirkung der Kohlensäure und des Stickstoffs (vgl. Versuche 1 und 4) von einer Spur Verunreinigung herrühre. Es wurden daher die Versuche wiederholt.

10. Die Kohlensäure wurde aus reinem Natriumhydrocarbonat entwickelt und das Gas, nachdem es eine mit Natriumcarbonatlösung beschickte Waschflasche durchsetzt hatte, durch eine ungefähr 50 cm lange PETTENKOFER'sche Röhre geleitet, die eine mit verdünnter Schwefelsäure angesäuerte Lösung von Kaliumpermanganat enthielt. Die so dargestellte Kohlensäure

zeigte nach 15 Stunden keine Spur einer Einwirkung auf die photographische Platte.

11. Reiner, durch Kaliumpermanganat geleiteter Stickstoff war ebenfalls vollkommen wirkungslos.

Aus den aufgeführten Versuchen folgt mit Bestimmtheit, dass auf die photographische Platte die reducierenden Gase wirken, hingegen die indifferenten oder gar oxydierenden wirkungslos sind.

Nun ist es die Frage, ob die beobachtete Wirkung eine einfache Reduction ist, oder eine solche, infolge deren das Silberbromid durch die gewöhnlichen Entwickler leicht reducierbar wird. Einer gewöhnlichen Reduction widerspricht der Umstand, dass die Platte während der Einwirkung der Gase sich nicht schwärzt, sondern nur dann, wenn sie in einen Entwickler gelegt wird. Bestände ferner die Wirkung der Gase in einer einfachen Reduction, so müssten die Gase das auf die Platte aufgenommene latente Bild in dem Sinne wie die Entwickler hervorrufen. Das findet aber nicht statt.

12. Auf eine Platte wurde die Aussicht aus dem einen Fenster des Institutes aufgenommen und dann auf diese Platte eine Glasplatte gelegt, sodass das latente Bild durch die Glasplatte theilweise verdeckt war. Nun wurde das Ganze während 15 Stunden der Einwirkung von reinem, feuchten Wasserstoff ausgesetzt. Die Platte zeigte nach dieser Zeit keine merkliche Veränderung; nicht die kleinste Spur des latenten Bildes war hervorgekommen. Nun wurde die Platte mit Pyroentwickler in gewöhnlicher Weise entwickelt, wobei es sich zeigte, dass der der Einwirkung des Wasserstoffs ausgesetzt gewesene Theil der Platte sich ganz schwärzte, ohne eine Spur des aufgenommenen Bildes sehen zu lassen; der Theil der Platte hingegen, welcher durch eine Glasplatte vor der Wirkung des Wasserstoffs geschützt war, schwärzte sich nicht, dort entwickelte sich das Negativ in gewöhnlicher Weise. Der Wasserstoff scheint also auf das Silberbromid eine ähnliche Wirkung auszuüben wie das Licht, denn die beschriebene Wirkung ist identisch mit jener, welche das Bild hervorruft. Bedeckt man nämlich die photographische Platte, auf welche ein Bild aufgenommen wurde, zum Theil lichtdicht und exponiert die

Platte dem Tageslicht, so wird die Platte dort, wo sie das Licht traf, bekannterweise schwarz, ohne ein Bild zu zeigen; dort, wo sie verdeckt war, entwickelt sich das Negativ.

Nachdem die Wirkung des Wasserstoffs durch die obigen Versuche festgestellt war, lag der Gedanke nahe, dass die von mehreren Forschern beobachtete Wirkung der Metalle möglicherweise auch auf den Wasserstoff zurückzuführen sei; es ist ja bekannt, dass Zink und Magnesium mit kohlensaurem Wasser Wasserstoff ziemlich lebhaft entwickeln. Ich wiederholte vor allem H. Pellat's Versuch und erhielt dasselbe Resultat wie er, wenn die polierte Oberfläche des Zinkstückes von der Gelatineschicht der Platte 1—2 mm entfernt war; es blieb aber die Wirkung aus, wenn das Zink von der Schicht 2—3 cm entfernt war. Das beweist, dass vom Zink Strahlen, welche auf die Platte wirken, nicht emittiert werden, denn es ist nicht vorauszusetzen, dass Strahlen, welche ein Luftschicht von 1—2 mm Dicke leicht durchsetzen, von 2—3 cm dicken Schichten völlig absorbiert würden. Die Wirkung des Zinkes rührt demzufolge entweder von den Dämpfen des Metalles her, wie Pellat und Russel annehmen, oder von der kleinen Menge des vom Zink in feuchter Luft entwickelten Wasserstoffs, wie ich es vermuthete.

13. Um die Frage experimentell zu entscheiden, wurde eine photographische Platte, um sie völlig zu trocknen, circa 24 Stunden unter einer Glocke mit Phosphorpentoxyd stehen gelassen. Der Platte gegenüber wurde 1—2 mm entfernt das blanke Zinkstück aufgestellt und das Ganze unter eine Glasglocke gebracht, welche mit sorgfältig getrockneter und von Kohlensäure befreiter Luft gefüllt wurde. Als nach 16 Stunden nun die Platte entwickelt wurde, *zeigte sich nicht die geringste Spur einer Wirkung*. Wurde der Versuch mit feuchter, aber kohlensäurefreier Luft wiederholt, so war eine schwache Wirkung wahrzunehmen; wurde aber die Glocke, welche Platte und Zink enthielt, mit feuchter Kohlensäure gefüllt, *so war die Wirkung eine überaus intensive*. Auch diese Wirkung blieb aus, wenn das Zink von der Gelatineschicht 2—3 cm entfernt war. Die Wirkung des Zinkes zeigte sich auf der Platte an denjenigen Stellen am intensivsten, welche den Rändern und Ecken der polierten Zinkfläche entsprachen und gerade diese Stellen

der Zinkfläche waren am stärksten angegriffen; sie waren mit weissem basischen Zinkcarbonat bedeckt.

Aus diesen Versuchen geht hervor, dass Zink in reiner, trockner und kohlensäurefreier Luft gar nicht wirkt; in feuchter Kohlensäure auch nur dann, wenn die Zinkfläche der Gelatineschicht hinreichend nahe liegt. Ist nämlich die Zinkfläche von der sensiblen Schicht entfernt, so kommt der an der Zinkfläche entwickelte Wasserstoff mit der Gelatineschicht nicht in Berührung und die Wirkung bleibt aus.

14. Stellt man Zink und photographische Platte einander gegenüber und setzt das Ganze unter eine Glasglocke, wo eine kleine Porzellanschale mit rauchender Salzsäure steht, so erhält man in 1—2 Stunden eine sehr intensive Wirkung.

Ähnliche Versuche wurden mit Magnesium, Cadmium, Aluminium, Kupfer und Quecksilber angestellt. Die drei erstgenannten Metalle sind auf die photographische Platte ohne Wirkung, wenn die Platte und die Luft trocken und letztere auch kohlensäurefrei ist; im entgegengesetzten Falle ist aber die Wirkung eine intensive; Kupfer und Quecksilber blieben wirkungslos, gleichviel ob der Versuch in trockener Luft oder in feuchter Kohlensäure angestellt war. Enthält aber das Quecksilber eine Spur von Zink oder Natrium, so wird es wirksam.

15. Ausgeglühtes Palladiumblech ist ohne Wirkung, ein mit Wasserstoff beladenes wirkt intensiv auf die photographische Platte.

Dem Wasserstoff ähnlich wirken auch andere reducierende Gase und Dämpfe.

Das Wesen der Wirkung des Wasserstoffs auf die Bromsilbergelatine zu ergründen, ist mir nicht gelungen. Es wird allgemein angenommen, dass die Wirkung des Lichtes auf die Bromsilbergelatine darin besteht, dass das Bromsilber in Silbersubbromid verwandelt wird, welches durch die gebräuchlichen Entwickler leicht reduciert wird. Da zwischen der Wirkung des Wasserstoffs und des Lichtes eine so grosse Analogie besteht, nahm ich an, dass die Wirkung im Sinne der Gleichung stattfindet

$$2AgBr+H=Ag_2Br+HBr$$

Um die Richtigkeit meiner Voraussetzung zu prüfen, wurde an eine kleine Glaskugel eine capillare Röhre angeblasen und letztere mit einer Millimetertheilung versehen. Der Apparat wurde sehr sorgfältig calibriert; das ganze Volumen desselben beträgt 39,31 cm^3 und an der Capillarröhre lassen sich noch 0,002 cm^3 ablesen. In die Kugel wurden ein bis zwei Tropfen Wasser und einige Gramm Bromsilbergelatine, welche von einer Platte abgelöst war, gebracht, und der Apparat mit reinem feuchten Wasserstoff gefüllt, während die Capillarröhre unter Quecksilber tauchte. Nachdem das Gasleitungsrohr abgeschmolzen war, wurde der Apparat im Dunkelzimmer mehrere Tage stehen gelassen und das Gasvolumen täglich bei rothem Lichte abgelesen. Ich bemerke noch, dass die die Bromsilbergelatine enthaltene Kugel in schwarzes Tuch lichtdicht eingehüllt war. Die abgelesenen und auf 0° und 760 mm reducierten Volumina sind

I. 34, 49; 34, 40; 34, 54; 34, 54; 34, 54
II. 34, 37; 34, 37; 34, 38.

Wenn wir annehmen, dass durch die Einwirkung des Wasserstoffs Silbersubbromid entsteht, so würden 0,001 g Silber 0,05 cm^3 Wasserstoff entsprechen. In einer zu den obigen Versuchen benutzten Bromsilbergelatine habe ich nach der Beendigung des Versuches das durch den Pyroentwickler reducierte Silber bestimmt. Die Bromsilbergelatine wurde auf übliche Weise entwickelt, sorgfältig ausgewaschen und mit Natriumthiosulfat (Fixiernatron) übergossen. Das Fixieren mit Natriumthiosulfat wurde dreimal wiederholt, um das unveränderte Bromsilber vollständig zu entfernen. Nun wurde gut ausgewaschen, die Gelatine in viel warmem Wasser gelöst und vom ausgeschiedenen Silber abfiltriert. Das Silber wurde mit Königswasser, dem etwas Kaliumchlorat zugesetzt war, in Silberchlorid verwandelt und gewogen. Aus dem Gewichte des Chlorsilbers ergab sich das Gewicht des reducierten Silbers zu 0,0112 gr; diesem würden nach obiger Voraussetzung 0,58 cm^3 Wasserstoff entsprechen. Man sieht, dass diese Menge grösser ist, als dass sie der Beobachtung hätte entgehen können. Die Bromsilbergelatine absorbiert also Wasserstoff nicht in einem solchen Maasse, dass man daraus die Reduction des Bromsilbers folgern

könnte. Würde die Wirkung des Wasserstoffs in einer Reduction bestehen, so müsste sich Bromwasserstoff bilden; die Bildung dieses Körpers nachzuweisen ist mir nicht gelungen, obwohl ich in dieser Richtung viele Versuche unter verschiedenen Vesuchsbedingungen anstellte.

Versuche, das Silbersubbromid darzustellen, schlugen fehl. Es mag nur die eine Beobachtung erwähnt werden, dass frisch dargestelltes Silberbromid mit Silberoxydammoniaklösung sich insofern nicht verändert, dass es vom Pyroentwickler nicht reduciert wird; übergiesst man hingegen eine Bromsilbergelatineplatte mit Silberoxydammoniaklösung und wäscht sie nach einigen Minuten gut aus, so schwärzt sich die Platte, wenn man sie mit einem Entwickler übergiesst. Es scheint also, dass das Bromsilber in der Gelatine in einem anderen Zustande enthalten ist als in dem gewöhnlichen, ausgefällten Niederschlag.

Das *Resultat* meiner Untersuchung lässt sich im Folgenden zusammenfassen:

Die leicht oxydierbaren Gase wirken auf die Bromsilbergelatine ähnlich wie das Licht, indem sie das Bromsilber in eine durch die gebräuchlichen Entwickler leicht reducierbare Modification überführen.

Die Wirkung der Metalle auf die Bromsilbergelatine besteht darin, dass sie aus der Feuchtigkeit der Luft Wasserstoff entwickeln, welch letzterer die eigentliche Wirkung ausübt. Sind die Bedingungen zur Wasserstoffentwickelung nicht vorhanden, so bleibt auch die Wirkung aus. Daraus geht hervor, dass die Wirkung weder durch Metalldämpfe, noch durch irgend eine andere Strahlung hervorgebracht wird. Ausnahme bilden die Uran- und Thorverbindungen, für welche H. Becquerel bez. G. C. Schmidt die eigenartige Strahlung nachgewiesen haben.

13.

THEORIE DER ELEKTROLYSE.

Von Prof. ALOIS SCHULLER,

ord. Mitglied der ungar. Akademie der Wissenschaften.

Aus den «Naturwissenschaftlichen Mittheilungen. Ergänzungsheft.» (Természettud. Közlöny. Pótfüzetek) 31. Band 2. Heft.

1. Im folgenden ist der Versuch gemacht, die Erscheinungen der Elektrolyse ohne Zuhülfenahme der elektrolytischen Dissociation zu erklären. Den Ausgangspunkt bildet die Annahme, dass die Atome in elektrischer Hinsicht im wesentlichen dieselben Eigenschaften besitzen, wie gewöhnliche Körper, dass also letztere die Eigenschaften ihrer Grundelemente veranschaulichen.

2. Es ist bekannt, dass bei der Berührung verschiedenartiger Körper Elektricität entsteht, deren grösster Theil an den Berührungsstellen verdichtet ist, während ein kleiner Theil an den übrigen Theilen der Oberfläche erscheint und auch im äusseren Raume eine merkliche Wirkung ausübt. Nennt man den letzteren Theil, welcher die Potentialdifferenz verursacht, freie Elektricität, so besteht die gesammte Elektricität aus freier und condensatorisch gebundener. Ebensolche Elektricitäten setze ich bei der Berührung der Atome verschiedenartiger Körper voraus. Ich nehme ferner an, dass zwischen den Atomen eines und desselben chemischen Elementes *keine* elektrische Differenz besteht. Wenn also die Atome eines Elementes an die Materie gebundene Elektricität enthalten, so ist diese bei allen Atomen gleichartig, die Electricitäten der sich berührenden Atome verdichten sich also nicht, im Gegentheile sie stossen einander ab.

3. Aus dieser Auffassung folgt zunächst, dass chemische Verbindungen unter gewissen Bedingungen vom elektrischen Strome

zersetzt werden können. Gelingt es nämlich z. B. im Chlorkalium-Molekul zum *K* genügende negative, zum *Cl* positive Elektricität zu leiten, so verschwindet die elektrische Anziehung und bleibt nur die Anziehung der ponderablen Massen; ist letztere grösser bei den gleichartigen Atomen, so zerfällt die Verbindung in ihre Bestandtheile. Ebenso folgt aus dieser Auffassung, dass chemische Elemente durch den elektrischen *Strom* nicht in ihre Atome zerlegt werden können, wenn sie nicht Gelegenheit haben mit Atomen anderer Art Verbindungen einzugehen. Hingegen können *gleichartige* Ladungen diese Zerlegung bewirken. Wenn nämlich z. B. Sauerstoffmolekule starke elektrische Ladungen erhalten, so können die Atome in Folge der gegenseitigen Abstossung von einander losgerissen werden. Die freien Atome können dann mit anderen Molekülen, besonders wenn diese vorübergehend eine entgegengesetzte Ladung besitzen, neue Verbindungen eingehen. Dies mag der Vorgang im Ozon-Entwicklungsapparate sein, und ähnliches kann sich auch bei der Entstehung von Kathodenstrahlen zutragen. In derselben Weise können auch chemische Verbindundungen durch einseitige Ladungen zerlegt werden, und dieser Vorgang ist von der Elektrolyse wohl zu unterscheiden, da in diesem Falle die Gültigkeit der elektrolytischen Gesetze von FARADAY nicht nachgewiesen ist.

4. Unserer Annahme gemäss sind die Moleküle der chemischen Verbindungen in Folge der sogenannten freien Elektricitäten *polarisiert*, ähnlich wie man sich Elementarmagnete vorzustellen pflegt. Derlei polare Moleküle können einander gegenüber nicht indifferent sein, dieselben werden sich vielmehr zu grösseren, zusammengesetzten Molekülen vereinigen. So z. B. können sich zwei Moleküle in verkehrter Lage, wie $\frac{KCl}{ClK}$ zum Theile neutralisieren, ohne dass dadurch die freien Elektricitäten der Atome ganz verschwinden würden. So entstandene Molekülcomplexe können symmetrisch sein, und sind dann wegen Mangel an Polarität der Elektrolyse nicht unterworfen, ausser wenn sehr starke Kräfte wirken. Diese Auffassung macht es verständlich, wesshalb die Körper mit einerlei Molekülen, wie das Wasser, die wasserfreie Salzsäure u. s. w. den elektrischen Strom fast gar nicht leiten.

Erst wenn ein Theil der Moleküle bei hoher Temperatur in Folge der heftigen Zusammenstösse in einfache Moleküle gespalten ist, treten entschieden polare Moleküle auf, wie $+\ KCl\ -$ im geschmolzenen Chlorkalium, und erst dann beginnt die Elektrolyse. Die polaren Moleküle werden sich nämlich von den freien Elektricitäten der Elektroden gerichtet, kettenartig in Reihen gruppieren, wie die folgende:

$$\underset{+\ -\ +\ -\ +\ -}{-\ KCl,\ KCl,\ KCl\ +}$$

und die Moleküle werden ihre, der Drehung entsprechenden Schwingungen um die neue Ruhelage vollführen. Ohne der hier vorausgesetzten Polarität der Moleküle ist die Elektrolyse nicht denkbar. Denn die von aussen zugeführten Elektricitäten können die Elektricitäten der Jonen nur dann neutralisieren, wenn die positive Elektricität blos dem negativen Jon, die negative bloss dem positiven Jon zugeführt wird. Eine Ausnahme bilden sehr starke gleichnamige Ladungen der Atome im Molekül, welche im Falle der Elektrolyse in Folge des stetigen Verbrauches der zugeleiteten Elektricität von selbst entfallen, und welche im Falle der elektrischen Leitung nur bei äusserst plötzlichen Ladungen denkbar sind.

Ist die vorher dargestellte Verkettung der Moleküle eingetreten, so wird die darauf folgende Wirkung der zugeleiteten Elektricität darin bestehen, dass Elektricität aus den Elektroden in die nächstliegenden Moleküle eintritt, wobei die betreffenden Atome vorerst nur einen Theil ihrer Elektricität verlieren, daher ihren Verband im Molekül noch nicht lösen. Dieser Zustand dürfte der elektrischen Polarisation entsprechen, welche übrigens auch aus thatsächlich abgeschiedenen Produkten erklärt werden kann. Sollen die elektrolytischen Gesetze auch für die Polarisation gelten, so muss man von der letzteren Annahme ausgehen.

5. Die eigentliche Elektrolyse wird z. B. beim geschmolzenen Chlorkalium den folgenden Verlauf nehmen. Jene *K*-Atome, welche die Kathode berühren, verlieren ihre positive Ladung, werden eventuell sogar negativ geladen. Dadurch entfällt die elektrische Anziehung von Seite des negativ geladenen *Cl*-Atoms, das letztere wird also von der Kathode abgestossen. Inzwischen wird

an der Kathode ein neutrales oder unbedeutend negativ geladenes K-Atom frei, ebenso wird an der Anode ein Cl-Atom frei. Dadurch entsteht die folgende Kette, welche der Einfachheit wegen die abgeschiedenen Produkte nicht enthält.

$$- \overset{-}{Cl},\ \underset{+\ -}{KCl},\ \underset{+\ -}{KCl},\ \overset{+}{K}.\ +$$

Die oberen Zeichen beziehen sich auf die starken Ladungen der aus ihren Verbindungen stammenden Atome, die unteren bezeichnen die verhältnissmässig geringe sog. freie Elektricität der Atome im Molekül.

Würden sich die extremen Glieder $\overset{-}{Cl}$ und $\overset{+}{K}$ unmittelbar berühren, so müssten sie sich offenbar unter Wärmeentwicklung zu neutralem KCl vereinigen. Wesentlich dieselbe Umwandlung erfolgt, wenn sich das erste Cl dem nächstliegenden K gesellt und zugleich das zweite Cl in Freiheit setzt, während gleichzeitig das letzte K sich mit dem letzten Cl verbindet und das vorletzte K verdrängt. Diese Umlagerung erfordert keinen Energieverbrauch, dieselbe kann sogar von einer geringen Wärmeentwicklung begleitet sein, insofern sie auch von dem Potential-Gefälle befördert wird. Nach erfolgter Umlagerung wäre die Reihenfolge:

$$- \underset{-\ +}{ClK},\ \overset{-}{Cl},\ \overset{+}{K},\ \underset{-\ +}{ClK}\ +$$

und es würden in dem betrachteten Falle die freien Atome $\overset{-}{Cl}$ und $\overset{+}{K}$ in unmittelbare Nähe gelangen, dieselben würden sich also sofort verbinden. Es entstände dann die Kette

$$- \underset{-\ +}{ClK},\ \underset{-\ +}{ClK},\ \underset{-\ +}{ClK}\ +$$

deren Glieder unter dem Einflusse der Elektricität der Elektroden alsbald wieder umgedreht würden, da jedes folgende Molekül von dem vorhergehenden (oder von dem darauf folgenden) orientiert wird. In der so entstandenen Kette wiederholt sich derselbe Vorgang mit dem einzigen Unterschiede, dass die Kette jetzt um ein KCl weniger enthält. Die an den Elektroden sich ansammelnden, von ihren Ladungen befreiten K-Atome einerseits, sowie die

Cl-Atome andererseits, können sich ungehindert zu Molekülen vereinigen.

6. Die im Vorhergehenden vorausgesetzte Drehung der Moleküle ist gleichwerthig mit der entgegengesetzten Wanderung der Jonen; das Resultat wäre offenbar dasselbe, wenn die von den Elektroden abgestossenen Jonen zur gegenüberliegenden Elektrode wandern würden. Die Geschwindigkeit der Jonen wird im Allgemeinen voraussichtlich verschieden sein, denn die Drehung wird wohl um den gemeinschaftlichen Schwerpunkt des Moleküls erfolgen, der grösseren Masse entspräche dann eine kleinere Verschiebung und umgekehrt. Nach Kohlrauch ist die Leitungsfähigkeit verdünnter Lösungen der Summe der Jonen-Geschwindigkeiten proportional, es ist also bei der Elektrolyse die *relative* Verschiebung der Jonen massgebend. Letztere ist in dem betrachteten Falle gleich der doppelten Entfernung zwischen den Atomen des Moleküls, denn um diesen Betrag verschieben sich die Schwerpunkte der Atome gegen einander, während sich das Molekül um den gemeinsamen Schwerpunkt in die entgegengesetzte Lage dreht.

7. Unsere Theorie macht es verständlich, weshalb die elektrolytische Leitung fast ausschliesslich an den flüssigen Aggregatzustand gebunden ist. Aus diesem Gesichtspunkte kann man sich nämlich von den Aggregatzuständen das folgende Bild entwerfen. In festem Zustande sind grössere Molekülkomplexe vorhanden, deren Form wahrscheinlich dem Krystallsystem des Stoffes entspricht. Solange diese Moleküle zusammengedrängt sind, können sie wohl dem Wärmezustande entsprechende Bewegungen ausführen, aber sie können sich im Allgemeinen nicht frei drehen. Bei einer gewissen Temperatur nun entfernen sich die Moleküle von einander dermassen, oder sie zerfallen in so kleine Aggregate, dass sie sich durchschnittlich ohne Zusammenstösse frei drehen können, es erscheint dann der flüssige Zustand, den ja die Beweglichkeit der Theilchen vom festem Zustande unterscheidet. Nach dieser Auffassung wäre die Beweglichkeit der Flüssigkeiten auf die *Drehbarkeit* der Moleküle zurückgeführt. Im Gaszustande sind die Moleküle noch einfacher, ihre Entfernung ist noch grösser, sie können sich also noch freier bewegen, desshalb ist ihre Bewegung hauptsächlich eine fortschreitende.

Nach dem Erörterten sollte man meinen, Gase müssten die Elektricität leiten, sie müssten also elektrolysierbar sein, was aber nur in geringem Grade der Fall ist. Dieses Verhalten erklärt sich folgendermassen: Nach dem von § 5 Entwickelten setzt die Elektrolyse eine gewisse Verkettung der Moleküle voraus, derart, dass Atome mit entgegengesetzter Elektricität sich nebeneinander lagern. Dies ist bei den Gasen in Folge der grossen Entfernung der Moleküle und auch wegen der grossen Geschwindigkeit der Theilchen selten zu erwarten, die Elektrolyse ist daher sehr erschwert.

Wir müssen noch zum festen Zustande zurückkehren. Die Moleküle können sich hier, wie erwähnt, im *Allgemeinen* nicht frei herumdrehen, wodurch die Elektrolyse im Allgemeinen ausgeschlossen ist. Indessen werden sich bei höherer Temperatur, namentlich in der Nähe des Schmelzpunktes, auch drehbare Moleküle finden, namentlich wenn sich die umgebenden Moleküle, welche sich ohnehin schon fast in der erforderlichen Entfernung befinden, von dem betrachteten Molekül in Folge der Wärmebewegung *gleichzeitig* entfernen. In dem Masse, als die Drehbarkeit der Moleküle zunimmt, steigert sich die elektrische Leitung, vorausgesetzt natürlich, dass es sich um polare Moleküle handelt.

8. Wie schon erwähnt, werden die Atome der chemischen Elemente nicht von elektrischen Kräften zusammengehalten, es müssen also der allgemeinen Gravitation entsprechende Kräfte vorausgesetzt werden. Solche Kräfte wirken auch zwischen ungleichartigen Atomen, das Molekül *KCl* halten also nicht nur die überwiegenden elektrischen Kräfte zusammen, sondern überdies noch die Massen-Anziehung. Letztere befolgt bei den Atomen und Molekülen naturgemäss ein kompliciertes Gesetz; denn während sich das Molekül *B* von dem Moleküle *A* entfernt, nähert es sich den umgebenden Molekülen; war also ursprünglich die Anziehung von Seite des *A* überwiegend, so überwiegen später die übrigen. Als erste Annäherung kann man aber annehmen, die Anziehung zweier Atome sei dem Produkte der Massen proportional, was natürlich nur bei gleichem Abstande zutreffen würde.

Aus dieser Annahme kann man schliessen, dass die Massen-Anziehung an und für sich, in Abwesenheit von elektrischen Kräften, nicht selten die Bildung der elementaren Moleküle befördert.

In diesem Falle haben wir es mit zwei entgegengesetzten Bestrebungen zu thun: der elektrische Unterschied begünstigt die Vereinigung, die Gravitation hingegen die Trennung verschiedenartiger Atome. So ist z. B. bei der Salzsäure das Produkt der Massen abgerundet 1×35, also bei zwei Molekülen 70. Bei den aus zwei HCl — Molekülen stammenden Bestandtheilen liefert das Produkt für H_2: 1×1, für Cl_2: $35\times35=1225$. Die Bildung des Cl-Moleküles für sich erfolgt schon unter einer viel grösseren Kraft, als die Bildung des HCl-Moleküles. Daraus erklärt sich, dass sich die Salzsäure sofort zersetzt, sobald die elektrische Anziehung ihrer Bestandtheile verschwindet. Diese Folgerung beruht auf der Verschiedenheit der Atomgewichte und man sieht, dass wenn unsere Auffassung richtig ist, die Massen-Attraction eine Zersetzung um so mehr begünstigt, je verschiedener die Atomgewichte sind.

Es verdient ausdrücklich erwähnt zu werden, dass nach der hier vertretenen Auffassung die Wirkung des elektrischen Stromes sich bloss darauf beschränkt, die elektrische Anziehung der Atome zu vernichten, dass also die eigentliche Zersetzung, d. i. die Bildung elementarer Moleküle nur der Massen-Anziehung zuzuschreiben ist. Mit anderen Worten: bei den der Elektrolyse unterworfenen Körpern hat der elektrische Strom bloss elektrische Kräfte zu überwinden.

9. In den Molekülen der chemischen Verbindungen können elektrische Kräfte nur zwischen verschiedenartigen Atomen vorausgesetzt werden: zwischen gleichartigen Atomen kann eine Anziehung nur von der Massen-Attraction herrühren. So würden im Moleküle der schwefligen Säure elektrische Kräfte nur zwischen S und den beiden O vorkommen, zwischen den beiden O aber nur die Massen-Anziehung. Dieses zugegeben, erkennt man leicht, dass die chemische Vereinigung nicht nur von dem ziemlich geringen elektrischen Unterschiede, sondern auch von der Massenanziehung begünstigt wird. Denn im Molekül SO_2 kommen die folgenden Massen-Anziehungen vor: zwischen S und den beiden O mit dem Produkt $32\times16\times2$, oder 16×64, dann zwischen O und O mit dem Produkt 16×16; im ganzen also 16×80. Für zwei Moleküle ist der doppelte Betrag, also 16×160 in Rechnung zu ziehen. Bei den aus $2SO_2$ resultierenden elementaren Mo-

lekülen S_2 und $2O_2$ wären die betreffenden Produkte 32×32 und $2\times16\times16$, also zusammen 16×96. Die Massenanziehung wäre also im SO_2 Molekül bedeutend grösser, als in den Bestandtheilen. Die auf die Verbindung bezügliche Zahl 16×160 dürfte zu hoch angeschlagen sein, denn die beiden O-Atome sind wahrscheinlich auf verschiedenen Seiten des S (OSO). Unsere Folgerung bleibt aber im wesentlichen auch dann noch richtig, wenn man die Anziehung zwischen den beiden O (Produkt 16×16) im SO_2-Molekül vollkommen vernachlässigt. Danach ist nicht zu erwarten, dass reine schweflige Säure elektrolytisch zersetzt werden könnte, da ja die Massen-Anziehung die chemische Verbindung aufrecht erhalten würde, wenn auch die elektrischen Kräfte fehlen würden.

10. Es ist sehr schwierig, die Massen-Anziehung der Atome zu schätzen, da die Kräfte wesentlich von der Struktur der Moleküle abhängen. Denn zwischenliegende Atome sind entgegengesetzten Kräften ausgesetzt, und es sind, wie bei den Capillarerscheinungen, hauptsächlich die an der Grenze befindlichen Atome massgebend. Man kann sich aber dennoch aus dem vorangeschickten einen Begriff davon machen, wodurch die Zahl der Atome im Molekül bestimmt wird.

Bei sehr niederer Temperatur, etwa in der Nähe des absoluten Nullpunktes, ist die Bewegung der Moleküle verhältnissmässig langsam, die Moleküle können also aus zahlreichen Atomen, resp. aus mehrfachen Molekülen bestehen, welche aber von Kräften zusammengehalten werden, die nicht wesentlich grösser sind, als bei einfacheren Molekülen. Mit steigender Temperatur werden die Zusammenstösse der Moleküle immer heftiger, die Moleküle zerfallen also in eine grössere Zahl von einfacheren Molekülen, welche die Zusammenstösse ohne weiteren Zerfall vertragen können, da sich die Energie auf kleinere Massen vertheilt. Einer constanten Temperatur entspricht bei gleichem, zur Verfügung stehenden Volumen eine gewisse mittlere Zahl der Atome im Molekül, wobei es aber im allgemeinen sowohl grössere, als auch kleinere Moleküle giebt, welche ihre Zusammensetzung während der Zusammenstösse fortwährend ändern.

Diese gleichzeitig vorhandenen verschiedenen Moleküle würden so manche Eigenschaft der Körper erklärlich machen, unter

anderem auch die verschiedenen einfachen Lichtarten im Spectrum. Bei fortwährend gesteigerter Temperatur wären die Moleküle immer weniger zusammengesetzt, bis sie schliesslich aus einfachen Atomen bestehen würden, wie man bekanntlich bei manchen Dämpfen anzunehmen gezwungen ist.

11. Betrachtet man nun die Elektrolyse der wässerigen Lösungen, so fällt zunächst die Thatsache auf, dass bei gewöhnlicher Temperatur weder das Wasser für sich, noch das gelöste Salz allein den elektrischen Strom leitet, wie ja im allgemeinen Körper mit nur einerlei Molekülen bei gewöhnlicher Temperatur schlechte Leiter sind. Bloss die aus verschiedenartigen Molekülen bestehenden Lösungen und insbesondere die wässerigen Lösungen erwiesen sich als verhälltnissmässig gute Leiter. Offenbar spielen die Moleküle des Lösungsmittels ebenso, wie die des Salzes eine wesentliche Rolle, aber beide nur in Verbindung mit einander.

Dass reines Wasser den elektrischen Strom schlecht leitet, kann nicht nur aus der Symmetrie der zusammengesetzten Moleküle (Siehe 4), sondern auch aus dem symmetrischen Bau der einzelnen Moleküle erklärt werden. Bedenkt man nämlich, dass im Wassermolekül die beiden *H*-Atome höchst wahrscheinlich zu beiden Seiten des *O* gelagert sind, dass also die räumliche Anordnung der Gruppe *HOH* entspricht, so ist klar, dass hier keine Spur einer Polarität vorhanden ist. Die negative Elektrode wird beide *H* mit gleicher Kraft anziehen, es ist also eine Verkettung der Moleküle, wie sie unter 4 behandelt wurde, beim Wasser nicht zu erwarten.

Die Symmetrie verschwindet aber sofort, sobald sich das Wassermolekül mit einem anderen, nicht symmetrischen Molekül, wie *KCl* vereinigt, und dieser Umstand könnte die Leistungsfähigkeit der Lösung erklären. Man müsste dann annehmen, die zusammengesetzten Moleküle des *KCl* zerfielen während der Auflösung in einfache Moleküle, welche sich mit Wassermolekülen vereinigen würden, wie auch schon Traube angenommen hat. In concentrierter Lösung könnte das Salz zum Theile aus zusammengesetzteren, symmetrischen Molekülen bestehen, wodurch das geringere molekulare Leitungsvermögen erklärt würde.

Die elektrische Leitung der Lösungen kann ferner wesent-

lich begünstigt werden durch die sekundären Produkte, indem hierdurch die erforderliche Potentialdifferenz wesentlich herabgedrückt werden kann. Während z. B. die Produkte der Elektrolyse beim geschmolzenen *KCl*, nähmlich *K* und *Cl* eine bedeutende Potentialdifferenz verursachen, ist dieselbe entschieden geringer in wässeriger Lösung, wo an Stelle von *K* das *H* und *KHO*, ferner anstatt *Cl* in verdünnter Lösung ebenfalls ein anderes Produkt auftritt.

Im übrigen ist der Verlauf der Elektrolyse aus ähnlichen Betrachtungen zu erklären, wie sie unter 4. und 5. ausführlicher besprochen wurden, nur dass an Stelle der Salzmoleküle mit Wassermolekülen vereinigte zu setzen sind.

12. Fasst man den Gedankengang dieser Zeilen kurz zusammen, so ergeben sich folgende Bedingungen der Elektrolyse.

1. Die Moleküle müssen unsymmetrisch sein, d. i. sie müssen in elektrischer Hinsicht Polarität besitzen.

2. Die Moleküle müssen drehbar sein; dieselben müssen sich nämlich in der Richtung der Stromlinien in Ketten reihen, in denen je ein Anion einem Kation des nächsten Moleküles gegenübersteht.

3. Die Massenanziehung der Atome muss in den Produkten der Elektrolyse grösser sein, als im Elektrolyten.

Sind diese Bedingungen erfüllt, so wird die Elektrolyse noch wesentlich erleichtert durch die sekundären Produkte der Elektrolyse, indem letztere eine geringere Potentialdifferenz erfordern, als den Jonen entsprechen würde.

Einen ähnlichen, wenn nicht noch tiefer greifenden Einfluss werden auch die Elektroden ausüben, wenn dieselben von Elektrolyten oder von den Produkten der Elektrolyse angegriffen werden, wie es bei geschmolzenen Salzen häufig der Fall zu sein scheint.

Es ist klar, dass eine Theorie der Elektrolyse erst dann vollständig ist, wenn sie nicht nur mit den Eigenschaften der Körper in Einklang steht, sondern auch den quantitativen Verhältnissen der Erscheinung Rechnung trägt, wenn sich also unter Anderem die elektrolytischen Gesetze und die Wanderungs-Geschwindigkeiten daraus ableiten lassen. Das leistet aber meines Wissens keine der bekannten Theorien.

14.

ÜBER DIE BEDINGUNGSGLEICHUNGEN ZWISCHEN DEN COEFFICIENTEN DER ORTHOGONALEN SUBSTITUTIONEN.

Von corr. M. GUSTAV RADOS.

Vorgelegt in der Sitzung d. III. Classe d. Akademie am 14. März 1898.

(Aus «Mathematikai és Természettudományi Értesitő» [Mathematischer u. naturwissenschaftlicher Anzeiger der Akademie] XVI. Band. pag. 123—127.

Die lineare Substitution

$$y = c_{i1}x_1 + c_{i2}x_2 + \cdots + c_{in}x_n \qquad (i = 1, 2, \ldots, n)$$

ist — wie bekannt — orthogonal, wenn zwischen ihren Coefficienten die Bedingungsgleichungen

$$f_i \equiv c_{i_1 1}c_{i_2 1} + c_{i_1 2}c_{i_2 2} + \cdots + c_{i_1 n}c_{i_2 n} - \delta_{i_1 i_2} = 0 \qquad \text{I)}$$
$$(i_1, i_2 = 1, 2, \ldots, n)$$

bestehen, in denen das Symbol $\delta_{i_1 i_2}$ 1 oder 0 bedeutet, je nachdem die Zahlen i_1 und i_2 gleich oder verschieden sind. Die Anzahl dieser Bedingungsgleichungen ν, ist genau so gross, wie die Anzahl der aus den Elementen 1, 2, 3, . . ., n gebildeten Combinationen zweiter Classe mit Wiederholung, also

$$\nu = \frac{n(n+1)}{2}.$$

Das auf die Bestimmung der orthogonalen Substitutionen von n Dimensionen bezügliche Problem ist gleichwerthig dem Problem der Auflösung des unter I) angesetzten Gleichung-

systems. Vor der Lösung dieser Aufgabe müssen jedoch zwei Fragen entschieden werden.

1. Ob die Gleichungen des Systems sich nicht widersprechen, so dass ihre simultane Lösung unmöglich ist?

2. Ob die Gleichungen des Systems von einander unabhängig sind, so dass man auch eine der Anzahl der Gleichungen und Unbekannten entsprechende Anzahl von Lösungen findet.

Dass die Gleichungen I) sich nicht widersprechen, folgt schon daraus, dass gewisse orthogonale Substitutionen von n Dimensionen ohne Weiteres gebildet werden können. So ist z. B. — um die einfachste zu erwähnen — die identische Substitution:

$$y_i = x_i, \qquad (i=1, 2, \ldots, n)$$

deren Coefficienten durch die Gleichungen

$$c_{i_1 i_2} = \delta_{i_1 i_2} \qquad (i_1, i_2 = 1, 2, \ldots, n)$$

gegeben sind, orthogonal. $c_{i_1 i_2} = \delta_{i_1 i_2}$ ist also eine Lösung des Gleichungsystems I), so dass schon hiedurch die Incompatibilität der Gleichungen unter I) ausgeschlossen ist.

Nicht so einfach zu entscheiden ist die zweite Frage, die sich auf die Unabhängigkeit der Gleichungen I) bezieht. Diese Frage ist — meines Wissens — bisher noch nicht entschieden; es ist mir wenigstens kein Beweis bekannt, aus dem die Unabhängigkeit der Gleichungen I) in einer jeden Zweifel ausschliessenden Weise ersichtlich würde. Und die Entscheidung dieser Frage ist an sich genug wichtig, da der oft angewendete Satz, nach dem die aus der Gesammtheit der orthogonalen Substitutionen von n Dimensionen bestehende Mannigfaltigkeit, die Dimension

$$n^2 - \frac{n(n+1)}{2} = \frac{n(n-1)}{2}$$

hat, nur dann einwurfsfrei ist, wenn die Gleichungen unter I) von einander unabhängig sind, und ehe dies nicht genau erwiesen ist, kann man von der Dimension dieser Mannigfaltig-

keit nur so viel aussagen, dass dieselbe nicht kleiner, als $\frac{n(n-1)}{2}$ ist.

In den vorliegenden Zeilen soll die Unabhängigkeit der Gleichungen I) mit voller Strenge bewiesen werden.

Werden die Combinationen zweiter Classe mit Wiederholung der Elemente 1, 2, 3, . . ., n in der Reihenfolge

$$(11), (12), \ldots, (1n), (22), \ldots, (2n), \ldots,$$
$$(n-1, n-1), (n-1, n), (nn)$$

geschrieben, und wird zur Bezeichnung der Combination $(i_1 i_2)$ deren Ordnungsnummer in dieser Reihe benützt, dann sind die Gleichungen des Systems I):

$$f_1=0,\ f_2=0,\ \ldots,\ f_\nu=0 \qquad \left(\nu=\frac{n(n+1)}{2}\right)$$

und die Unbekannten darin sind

$$c_{11}, c_{12}, \ldots, c_{1n}, c_{21}, c_{22}, \ldots, c_{2n}, \ldots, c_{n1}, c_{n2}, \ldots, c_{nn}.$$

Im Sinne eines bekannten algebraischen Satzes sind nun die Gleichungen I) dann und nur dann unabhängig, wenn nicht jede Determinante ν-ten Grades der aus n^2 Zeilen und $\nu=\frac{n(n+1)}{2}$ Reihen zusammengesetzten Matrix,

$$M=\begin{vmatrix} \frac{\partial f_1}{\partial c_{11}} & \cdots & \frac{\partial f_1}{\partial c_{1n}} & \frac{\partial f_1}{\partial c_{21}} & \cdots & \frac{\partial f_1}{\partial c_{2n}} & \cdots & \frac{\partial f_1}{\partial c_{n1}} & \cdots & \frac{\partial f_1}{\partial c_{nn}} \\ \frac{\partial f_2}{\partial c_{11}} & \cdots & \frac{\partial f_2}{\partial c_{1n}} & \frac{\partial f_2}{\partial c_{21}} & \cdots & \frac{\partial f_2}{\partial c_{2n}} & \cdots & \frac{\partial f_2}{\partial c_{n1}} & \cdots & \frac{\partial f_2}{\partial c_{nn}} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \frac{\partial f_\nu}{\partial c_{11}} & \cdots & \frac{\partial f_\nu}{\partial c_{1n}} & \frac{\partial f_\nu}{\partial c_{21}} & \cdots & \frac{\partial f_\nu}{\partial c_{2n}} & \cdots & \frac{\partial f_\nu}{\partial c_{n1}} & \cdots & \frac{\partial f_\nu}{\partial c_{nn}} \end{vmatrix},$$

identisch gleich Null ist. Um das zu beweisen, genügt es zu zeigen, dass die Determinanten ν-ten Grades der Matrix M nicht alle identisch verschwinden für diejenigen Werthsystheme $c_{i_1 i_2}$, welche die Coefficienten irgend einer reellen orthogonalen Substitution

ilden. Dieses zeigen wir in der Weise, dass wir die Quadratsumme er aus M zu bildenden Determinanten ν-ten Grades bilden und eweisen, dass dieselbe für die erwähnten Systeme $c_{i_1 i_2}$ einen von ull verschiedenen Werth annimmt.

Die Matrix M kann ausführlicher folgender Massen geschrieben werden:

$$\left\|\begin{array}{cccccccccc} 2c_{11} & 2c_{12} & \dots & 2c_{1n} & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 & \dots \\ c_{21} & c_{22} & \dots & c_{2n} & c_{11} & c_{12} & \dots & c_{1n} & 0 & 0 & \dots \\ \cdot & & \dots & \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot & \cdot & \cdot & \dots \\ c_{n1} & c_{n2} & \dots & c_{nn} & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 0 & 2c_{21} & 2c_{22} & \dots & 2c_{2n} & 0 & 0 & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 0 & c_{31} & c_{32} & \dots & c_{3n} & c_{21} & c_{22} & \dots \\ \cdot & & \dots & \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot & \cdot & \cdot & \dots \\ \cdot & & \dots & \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot & \cdot & \cdot & \dots \end{array}\right\|,$$

ie Quadratsumme der aus ihr zu bildenden Determinanten ν-ten rades kann nun mehr auf Grund des CAUCHY-BINET'schen Satzes n Form einer Determinante ν-ten Grades dargestellt werden uf die Weise, dass wir in der i-ten Zeile dieser Determinante als as k-te Element den Ausdruck schreiben, der durch Compoition der i-ten und k-ten Zeile der Matrix M entsteht; wenn wir azu noch bedenken, dass wir nun in Stelle der Unbekannten $_1 i_2$ die Coefficienten einer reellen orthogonalen Substitution geetzt haben, dass also

$$c_{i_1 1} c_{i_2 1} + c_{i_1 2} c_{i_2 2} + \dots + c_{i_1 n} c_{i_2 n} = \delta_{i_1 i_2},$$

ann wird die erwähnte Quadratsumme die folgende Determinante efern:

$$\left|\begin{array}{cccccc} 4\delta_{11} & 2\delta_{12} & \dots & 2\delta_{1n} & \dots \\ 2\delta_{21} & \delta_{22}+\delta_{11} & \dots & \delta_{2n} & \dots \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot & \dots \\ 2\delta_{n1} & \delta_{n2} & \dots & \delta_{nn}+\delta_{11} & \dots \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot & \dots \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot & \dots \end{array}\right|,$$

elche ausführlich geschrieben, die folgende ist:

$$\begin{vmatrix} 4 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots \\ 0 & 2 & \dots & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots \\ . & . & \dots & . & . & . & . & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 2 & 0 & 0 & 0 & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 0 & 4 & 0 & 0 & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 2 & 0 & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 & 2 & \dots \\ . & . & \dots & . & . & . & . & \dots \end{vmatrix}.$$

Der Werth dieser Determinante aber,

$$4^n \cdot 2^{\frac{n(n-1)}{2}} = 2^{\frac{n(n+3)}{2}},$$

ist von Null verschieden. Und so ist es denn unmöglich, dass all Determinanten ν-ten Grades von M identisch verschwinden, un damit ist auch die Unabhängigkeit der Gleichungen des Systems l vollständig erwiesen.

15.

INDUCIERTE LINEARE SUBSTITUTIONEN.

Von GUSTAV RADOS c. M.

Vorgelegt in der Sitzung der III. Classe der Akademie am 17. Oktober 1898.

Aus «Mathematikai és Természettudományi Értesítő» (Math. u. Naturwiss. Anzeiger der Akademie.) Band XVI. pag. 378—398.

Wird auf eine algebraische Form n-ten Grades mit k Unbestimmten lineare Substitution angewendet, so sind die Coëfficienten der transformierten Form — bekanntlich — lineare Ausdrücke der Coëfficienten der ursprünglichen Form, und ganze homogene Functionen n-ten Grades der Coëffiicienten der angewandten linearen Substitution. Es sei

$$f = \mu_0 u_0 p_0 + \mu_1 u_1 p_1 + \cdots + \mu_{\nu-1} u_{\nu-1} p_{\nu-1}$$

eine algebraische Form n-ten Grades der Unbestimmten

$$x_1, x_2, \ldots, x_k$$

wobei

$$\mu_0, \mu_1, \ldots, \mu_{\nu-1}$$

beliebige Zahlencoëfficienten,

$$u_0, u_1, \ldots, u_{\nu-1}$$

litterale Coëfficienten,

$$p_0, p_1, \ldots, p_{\nu-1}$$

die sämmtlichen von einander verschiedenen

$$x_1^{a_1} x_2^{a_2} \ldots x_k^{a_k}$$
$$(a_1 + a_2 + \cdots + a_k = n)$$

Potenz-Producte, endlich ν den Binomial-Coëfficienten

$$\nu = \binom{n+k-1}{n} = \frac{(n+k-1)(n+k-2)\ldots(k+1)k}{1.2\ldots(n-1)n}$$

bedeuten. Wenden wir auf f die lineare Substitution

$$x_i = a_{i1}y_1 + a_{i2}y_2 + \cdots + a_{ik}y_k \qquad (S)$$
$$(i=1, 2, \ldots, k)$$

an, so erhalten wir die transformierte Form

$$F = \mu_0 U_0 P_0 + \mu_1 U_1 P_1 + \cdots + \mu_{\nu-1} U_{\nu-1} P_{\nu-1},$$

in welcher

$$U_0, U_1, \ldots, U_{\nu-1}$$

die transformierten litteralen Coëfficienten,

$$P_0, P_1, \ldots, P_{\nu-1}$$

aber die sämmtlichen verschiedenen Potenz-Producte

$$y_1^{\alpha_1} y_2^{\alpha_2} \ldots y_k^{\alpha_k}$$
$$(\alpha_1 + \alpha_2 + \cdots + \alpha_k = n)$$

bedeuten. Die Coëfficienten dieser transformierten Form hängen mit den Coëfficienten der ursprünglichen Form vermittels der folgenden Gleichungen zusammen:

$$U_g = r_{g0} u_0 + r_{g1} u_1 + \cdots + r_{g\nu-1} u_{\nu-1} \qquad I_n(S)$$
$$\left(g=0, 1, 2, \ldots, \nu-1;\ \nu = \binom{n+k-1}{n}\right)$$

in denen die Coëfficienten

$$r_{gh}$$
$$(g, h = 0, 1, 2, \ldots, \nu-1)$$

homogene ganze Functionen n-ten Grades der Coëfficienten

$$a_{ij}$$
$$(i, j = 1, 2, \ldots, k)$$

sind.

Es ist somit ersichtlich, dass die Substitution (S) zwischen den Unbestimmten x die zwischen den Umbestimmten u zu Stande

kommende Substitution $I_n(S)$ zur Folge hat, dieselbe so zu sagen induciert. Darum müssen wir SYLVESTER's * Terminologie für sehr treffend bezeichnen, in deren Sinne die Substitution (S) *Inductor*-Substitution, $I_n(S)$ aber die *inducierte* Substitution n-ten Grades von (S) genannt wird.

Die inducierten Substitutionen treten nicht allein ihrer principiellen Wichtigkeit wegen, sondern auch vermöge ihrer vielfachen Anwendung in der modernen Behandlung der Invariantentheorie mehr und mehr in den Vordergrund. Um so bemerkenswerther ist es, dass in den Abhandlungen SYLVESTER's, LE PAIGE's,** STUDY's *** und HURWITZ's,† also in der gesammten hierauf bezüglichen Litteratur, so zu sagen nur die äusserlichen Eigenschaften der inducierten Substitutionen besprochen sind, während auf diejenigen ihrer Eigenschaften, die ihrer inneren Structur entspringen, des Näheren nicht eingegangen wird. Dieser Umstand hat mich bewogen, die Theorie der inducierten Substitutionen zum Gegenstand meiner Untersuchung zu machen und es sei mir erlaubt, die ersten Ergebnisse meiner hierauf bezüglichen Studien in der vorliegenden Arbeit mitzutheilen.

Die wesentlichsten Eigenschaften der Inductor-Substitution (S) offenbaren sich in der Structur ihrer charakteristischen Gleichung:

$$\varphi_k(\lambda) \equiv \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1k} \\ a_{21}-\lambda & a_{22}-\lambda & \dots & a_{2k} \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ a_{k1} & a_{k2} & \dots & a_{kk}-\lambda \end{vmatrix} = 0$$

In gleicher Weise gehen auch die hauptsächlichen Eigenschaften der inducierten Substitution $I_n(S)$ aus ihrer charakteristischen Gleichung

---

* SYLVESTER's Abhandlung «Sur les actions mutuelles des formes invariantives derivées» Crelle-Journal Bd. 85. pag. 90.

** Sur une propriété des formes algébriques préparées. Math. Annalen Bd. XV. pag. 206.

*** In seinem Werke: «Methoden der Theorie der ternären Formen» pag. 36.

† Zur Invariantentheorie Math. Annalen Bd. 45. pag. 380.

$$\Phi_{kn}(\mu) \equiv \begin{vmatrix} r_{00}-\mu & r_{10} & \dots & r_{1\nu-1} \\ r_{01} & r_{11}-\mu & \dots & r_{2\nu-1} \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ r_{\nu-11} & r_{\nu-12} & \dots & r_{\nu-1\nu-1}-\mu \end{vmatrix} = 0$$

hervor. Es fragt sich nun, welcher Zusammenhang besteht zwischen der charakteristischen Gleichung der Inductor- und der inducierten Substitution?

Diese Frage will ich in der vorliegenden Arbeit beantworten. Die Antwort ertheilt der nachfolgende Satz:

Sind

$$\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_k$$

die Wurzeln der charakteristischen Gleichung der Inductor-Substitution (S), also der Gleichung $\varphi_k(\lambda)=0$, *alsdann erhalten wir sämmtliche Wurzeln der charakteristischen Gleichung der inducierten Substitution n-ten Grades* I_n *(S), also der Gleichung* $\Phi_{kn}(\mu)=0$, *indem wir in dem Product*

$$\mu_{i_1 i_2 \dots i_n} = \lambda_{i_1}\lambda_{i_2}\dots\lambda_{i_n}$$

an Stelle der Index-Combination

$$i_1 i_2 \dots i_n$$

die sämmtlichen Combinationen mit Wiederholung der Elemente

$$1, 2, 3, \dots, k$$

setzen.

Sind also

$$\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$$

Wurzeln der charakteristischen Gleichung der ternären linearen Substitution

$$\begin{aligned} x_1 &= \alpha_1 y_1 + \beta_1 y_2 + \gamma_1 y_3 \\ x_2 &= \alpha_2 y_1 + \beta_2 y_2 + \gamma_2 y_3 \\ x_3 &= \alpha_3 y_1 + \beta_3 y_2 + \gamma_3 y_3 , \end{aligned}$$

dann wird ihre inducierte Substitution zweiten Grades das Gleichungssystem

$$U_0 = \alpha_1^2\ u_0 + \beta_1^2\ u_1 + \alpha_3^2\ u_2 + 2\alpha_1\alpha_2\ u_3 + 2\alpha_1\alpha_3\ u_4 + 2\alpha_2\alpha_3\ u_5$$

$$U_1 = \beta_1^2\ u_0 + \beta_2^2\ u_1 + \beta_3^2\ u_2 + 2\beta_1\beta_2\ u_3 + 2\beta_1\beta_3\ u_4 + 2\beta_2\beta_3\ u_5$$

$$U_2 = \gamma_1^2\ u_0 + \gamma_2^2\ u_1 + \gamma_3^2\ u_2 + 2\gamma_1\gamma_2\ u_3 + 2\gamma_1\gamma_3\ u_4 + 2\gamma_2\gamma_3\ u_5$$

$$U_3 = \alpha_1\beta_1\ u_0 + \alpha_2\beta_2\ u_1 + \alpha_3\beta_3\ u_2 + (\alpha_1\beta_2 + \alpha_2\beta_1)\ u_3 + (\alpha_1\beta_3 + \alpha_3\beta_1)\ u_4 + (\alpha_2\beta_3 + \alpha_3\beta_2)\ u_5$$

$$U_4 = \alpha_1\gamma_1\ u_0 + \alpha_2\gamma_2\ u_1 + \alpha_3\gamma_3\ u_2 + (\alpha_1\gamma_2 + \alpha_2\gamma_1)\ u_3 + (\alpha_1\gamma_3 + \alpha_3\gamma_1)\ u_4 + (\alpha_2\gamma_1 + \alpha_3\gamma_2)\ u_5$$

$$U_5 = \beta_1\gamma_1\ u_0 + \beta_2\gamma_2\ u_1 + \beta_3\gamma_3\ u_2 + (\beta_1\gamma_2 + \beta_2\gamma_1)\ u_3 + (\beta_1\gamma_3 + \beta_3\gamma_1)\ u_4 + (\beta_2\gamma_3 + \beta_3\gamma_2)\ u_5$$

ausgedrückt und die Wurzeln der charakteristischen Gleichung dieser letzteren Substitution sind nach dem oben ausgesprochenen Satze:

$$\lambda_1^2,\ \lambda_2^2,\ \lambda_3^2,\ \lambda_1\lambda_2,\ \lambda_1\lambda_3,\ \lambda_2\lambda_3.$$

In der vorliegenden Arbeit will ich ausser dem Beweis dieses Hauptsatzes nur noch eine seiner Anwendungen mittheilen. Dieselbe bezieht sich auf den Zusammenhang, der zwischen der Determinante der ursprünglichen und jener der inducierten Substitution besteht. Dieser Zusammenhang ist ein höchst einfacher, da *die Determinante der inducierten Substitution n-ten Grades einer linearen Substitution von k Dimensionen* immer *die* $\binom{n+k-1}{k-1}$*-te Potenz der Determinante der ursprünglichen Substitution ist.*

Auf andere Anwendungen, sowie auf die genaue Untersuchung der algebraischen Beschaffenheit der charakteristischen Gleichung der inducierten Substitution hoffe ich in meiner nächsten Arbeit zurückkehren zu können.

1. Inducierte Substitutionen zweiten Grades.

Um unsere Betrachtungen an einen concreten Fall anknüpfen zu können, hauptsächlich aber darum, dass die Compli-

cation der Bezeichnungen die Einfachheit des Gedankenganges nicht verdunkle, werden wir uns in dem Folgenden überall auf die Untersuchung der inducierten Substitutionen einer binären Substitution beschränken; zugleich möge jedoch betont werden, dass die angestellten Betrachtungen von Wort zu Wort auch auf Substitutionen von irgend welcher Dimension angewendet werden können.

Es sei die zu Grunde liegende binäre Inductor-Substitution

$$\begin{aligned} x_1 &= \alpha_1 y_1 + \beta_1 y_2 \\ x_2 &= \alpha_2 y_1 + \beta_2 y_2; \end{aligned} \qquad (S)$$

es möge dieselbe auf die Form zweiten Grades

$$f = u_0 x_1^2 + 2u_1 x_1 x_2 + u_2 x_2^2$$

angewendet werden; alsdann sei die transformierte Form

$$F = U_0 y_1^2 + 2U_1 y_1 y_2 + U_2 y_2^2.$$

Die Coëfficienten dieser Form können vermittels der Coëfficienten der Form f folgendermassen ausgedrückt werden:

$$\begin{aligned} U_0 &= \alpha_1^2 \quad u_0 + 2\alpha_1\alpha_2 \quad u_1 + \alpha_2^2 \quad u_2 \\ U_1 &= \alpha_1\beta_1 u_0 + (\alpha_1\beta_2 + \alpha_2\beta_1) u_1 + \alpha_2\beta_2 u_2 \\ U_2 &= \beta_1^2 \quad u_0 + 2\beta_1\beta_2 \quad u_1 + \beta_2^2 \quad u_2; \end{aligned} \qquad I_2(S)$$

Dieses System linearer Gleichungen ergiebt die inducierte Substitution zweiten Grades von S, nämlich $I_2(S)$.

Es seien ferner λ_1, λ_2 die Wurzeln der charakteristischen Gleichung der Substitution (S), also der Gleichung

$$\varphi_2(\lambda) \equiv \begin{vmatrix} \alpha_1 - \lambda & \beta_1 \\ \beta_1 & \beta_2 - \lambda \end{vmatrix} = 0,$$

alsdann ist zu erweisen, dass

$$\lambda_1^2, \quad \lambda_1\lambda_2, \quad \lambda_2^2.$$

die Wurzeln der charakteristischen Gleichung der inducierten Substitution $I_2(S)$ der Gleichung

$$\Phi_{22}(\mu) \equiv \begin{vmatrix} a_1^2-\mu & 2a_1a_2 & a_2^2 \\ a_1\beta_1 & a_1\beta_2+a_2\beta_1-\mu & a_2\beta_1 \\ \beta_1^2 & 2\beta_1\beta_2 & \beta_2^2-\mu \end{vmatrix} = 0$$

Zum Beweis dieses Satzes, ziehen wir auch die Fix-Elemente der Substitution (S) in den Kreis unserer Betrachtungen. Es seien die Coordinaten dieser Fix-Elemente

$$\xi_1, \xi_2; \eta_1, \eta_2,$$

dann ist

$$\begin{aligned} \lambda_1\xi_1 &= a_1\xi_1+\beta_1\xi_2 \quad \lambda_2\eta_1 = a_1\eta_1+\beta_1\eta_2 \\ \lambda_2\xi_2 &= a_2\xi_1+\beta_2\xi_2 \quad \lambda_2\eta_2 = a_2\eta_1+\beta_1\eta_2. \end{aligned} \tag{I}$$

Jetzt kann man leicht nachweisen, dass die Reihen der Tabelle

$$\begin{array}{lll} \lambda_1\xi_1^2, & \lambda_1^2(2\xi_1\xi_2), & \lambda_1^2\xi_2^2; \\ \lambda_1\lambda_2\xi_1\eta_1, & \lambda_1\lambda_2(\xi_1\eta_2+\xi_2\eta_1), & \lambda_1\lambda_2\xi_2\xi_2; \\ \lambda_2^2\eta_1^2, & \lambda_2^2(2\eta_1\eta_2), & \lambda_2^2\eta_2^2; \end{array}$$

solche Werthsysteme vertreten, die sich in cogredienter Weise mit der transponierten Substitution der Substitution $I_2(S)$ transformieren.

Im Sinne des unter (I) Stehenden ist nämlich

$$\begin{aligned} \lambda_1^2\xi_1^2 &= (\lambda_1\xi_1)^2 &&= (a_1\xi_1+\beta_1\xi_2)^2 \\ \lambda_1^2(2\xi_1\xi_2) &= 2(\lambda_1\xi_1)(\lambda_1\xi_2) &&= 2(a_1\xi_1+\beta_1\xi_2)(a_2\xi_1+\beta_2\xi_2) \\ \lambda_1^2\xi_2^2 &= (\lambda_2\xi_2)^2 &&= (a_2\xi_1+\beta_2\xi_2)^2, \end{aligned}$$

und wenn wir diese Ausdrücke ordnen, erhalten wir:

$$\begin{aligned} \lambda_1^2\xi_1^2 &= a_1^2\ \xi_1^2+a_1\beta_1 && (2\xi_1\xi_2)+\ \beta_1^2\ \xi_2^2 \\ \lambda_1^2(2\xi_1\xi_2) &= 2a_1a_2\,\xi_1^2+(a_1\beta_2+a_2\beta_1)(2\xi_1\xi_2)+2\beta_1\beta_2\,\xi_2^2 \\ \lambda_1^2\xi_2^2 &= a_2^2\ \xi_1^2+a_2\beta_2 && (2\xi_1\xi_2)+\ \beta_2^2\ \xi_2^2, \end{aligned}$$

dies Gleichungen zeigen aber, dass $\mu=\lambda_1^2$ die Wurzel der Gleichung $\Phi_{22}(\mu)=0$ ist. In ähnlicher Weise ist

$$\begin{aligned} \lambda_1\lambda_2\xi_1\eta_1 &= (\lambda_1\xi_1)(\lambda_2\eta_1) = (a_1\xi_1+\beta_1\eta_1)(a_1\eta_1+\beta_1\eta_2) \\ \lambda_1\lambda_2(\xi_1\eta_2+\xi_2\eta_1) &= (\lambda_1\xi_1)(\lambda_2\eta_2)+(\lambda_1\xi_2)(\lambda_2\eta_1) = \\ &= (a_1\xi_1+\beta_1\xi_2)(a_2\eta_1+\beta_2\eta_2)+(a_2\xi_1+\beta_2\eta_1)(a_1\eta_1+\beta_1\eta_2) \\ \lambda_1\lambda_2\xi_2\eta_2 &= (\lambda_1\xi_2)(\lambda_2\eta_2) = (a_2\xi_1+\beta_2\xi_2)(a_2\eta_1+\beta_2\eta_2), \end{aligned}$$

oder wenn wir die Ausdrücke neuerdings ordnen:

$$\begin{aligned}
\lambda_1\lambda_2\ \xi_1\eta_1 &= \alpha_1^2\ \xi_1\eta_1 + \alpha_1\beta_1\ (\xi_2\eta_2+\xi_2\eta_1) + \beta_1^2\ \xi_2\eta_2\\
\lambda_1\lambda_2(\xi_1\eta_2+\xi_2\eta_1) &= 2\alpha_1\alpha_2\,\xi_1\eta_1+(\alpha_1\beta_2+\alpha_2\beta_1)(\xi_1\eta_2+\xi_2\eta_1)+2\beta_1\beta_2\xi_2\eta_2\\
\lambda_1\lambda_2\ \xi_2\eta_2 &= \alpha_2^2\ \xi_1\eta_1 + \alpha_2\beta_2\ (\xi_1\eta_2+\xi_2\eta_1) + \beta_2^2\ \xi_2\eta_2,
\end{aligned}$$

so dass $\mu=\lambda_1\lambda_2$ ebenfalls der Gleichung $\Phi_{22}(\mu)=0$ genügt.

Endlich erhalten wir die Gleichungen

$$\begin{aligned}
\lambda_2^2\ \eta_1^2 &= (\lambda_2\eta_1)^2 = (\alpha_1\eta_1+\beta_1\eta_2)^2\\
\lambda_2^2(2\eta_1\eta_2) &= 2(\lambda_2\eta_1)(\lambda_2\eta_2) = (\alpha_1\eta_1+\beta_1\eta_2)(\alpha_2\eta_1+\beta_2\eta_2)\\
\lambda_2^2\ \eta_2^2 &= (\lambda_2\eta_2)^2 = (\alpha_2\eta_1+\beta_2\eta_2)^2,
\end{aligned}$$

oder nach dem Ordnen der Ausdrücke die Gleichungen

$$\begin{aligned}
\lambda_2^2\ \eta_1^2 &= \alpha_1^2\ \eta_1^2 + \alpha_1\beta_1\ (2\eta_1\eta_2) + \beta_1^2\ \eta_2^2\\
\lambda_2^2(2\eta_1\eta_2) &= 2\alpha_1\alpha_2\,\eta_1^2+(\alpha_1\beta_2+\alpha_2\beta_1)(2\eta_1\eta_2)+2\beta_1\beta_2\,\eta_2^2\\
\lambda_2^2\ \eta_2^2 &= \alpha_2^2\ \eta_1^2 + \alpha_2\beta_2\ (2\eta_1\eta_2) + \beta_2^2\ \eta_2^2
\end{aligned}$$

in Folge deren $\mu=\lambda_2^2$ die Wurzel der Gleichung $\Phi_{22}(\mu)=0$ ist.

Hiemit ist aber unser Satz bezüglich der inducierten Substitutionen zweiten Grades gänzlich bewiesen.

Beiläufig möge noch erwähnt werden, dass die Werthsysteme

$$\begin{array}{lll}
\xi_2^2, & 2\xi_1\xi_2, & \xi_2^2;\\
\xi_1\eta_1, & \xi_1\eta_2+\xi_2\eta_1, & \eta_2\eta_2;\\
\eta_1^2, & 2\eta_1\eta_2, & \eta_2^2
\end{array}$$

die Fix-Elemente der transponierten Substitution von $I_2(S)$ ergeben.

2. Inducierte Substitutionen dritten Grades.

Wendet man die binäre Inductor-Substitution S auf die Form dritten Grades

$$f = u_0x_1^3+3u_1x_1^2x_2+3u_2x_1x_2^2+u_3x_2^3$$

an, so können die Coëfficienten der transformierten Form

$$F = U_0y_1^3+3U_1y_1^2y_2+3U_2y_1y_2^2+U_3y_2^3$$

ittels der Gleichungen

$$
\begin{array}{llllll}
U_0 = \alpha_1^3 & u_0 + 3\alpha_1^2\alpha_2 & u_1 + 3\alpha_1\alpha_2^2 & u_2 + \alpha_2^3 & u_3 & \\
U_1 = \alpha_1^2\beta_1 & u_0 + (2\alpha_1\alpha_2\beta_1 + \alpha_1^2\beta_2) & u_1 + (2\alpha_1\alpha_2\beta_2 + \alpha_2^2\beta_1) & u_2 + \alpha_2^2\beta_2 & u_3 & \\
U_2 = \alpha_1\beta_1^2 & u_0 + (2\alpha_1\beta_1\beta_2 + \alpha_2\beta_1^2) & u_1 + (2\alpha_2\beta_1\beta_2 + \alpha_1\beta_2^2) & u_2 + \alpha_2\beta_2^2 & u_3 & I_3(S) \\
U_3 = \beta_1^3 & u_0 + 3\beta_1^2\beta_2 & u_1 + 3\beta_1\beta_2^2 & u_2 + \beta_2^3 & u_3 &
\end{array}
$$

argestellt werden, deren System wieder die inducierte Substitu-
on von (S), $I_3(S)$ ergiebt.

Hier ist wieder zu beweisen, falls

$$\lambda_1, \quad \lambda_2,$$

ie Wurzeln der charakteristischen Gleichung der Substitution
S) sind, dass die Producte

$$\lambda_1^3, \quad \lambda_1^2\lambda_2, \quad \lambda_1\lambda_2^2, \quad \lambda_2^3.$$

ie Wurzeln der charakteristischen Gleichung der Substitution $I_2(S)$,
er Gleichung $\Phi_{23}=0$, ausdrücken.

Zum Beweis dieses Satzes werden wir uns wieder der Fix-
Elemente der Substitution (S) bedienen. Der grösseren Einfachheit
vegen benützen wir die folgenden abgekürzten Bezeichnungen:

$$
\begin{array}{llllll}
\xi_1^3 = R_{00}, & 3\xi_1^2\xi_2 = R_{01}, & 3\xi_1\xi_2^2 = R_{02}, & \xi_2^3 = R_{03} & & \\
\xi_1^2\eta_1 = R_{10}, & 2\xi_1\xi_2\eta_1 + \xi_1^2\eta_2 = R_{11}, & 2\xi_1\xi_2\eta_2 + \xi_2^2\eta_1 = R_{12}, & \xi_2^2\eta_2 = R_{13} & & \\
\xi_1\eta_1^2 = R_{20}, & 3\xi_1\eta_1\eta_2 + \xi_2\eta_1^2 = R_{21}, & 2\xi_2\eta_1\eta_2 + \xi_1\eta_2^2 = R_{22}, & \xi_2\eta_2^2 = R_{23} & & \text{(II)} \\
\eta_1^3 = R_{30}, & 3\eta_1^2\eta_2 = R_{31}, & 3\eta_1\eta_2^2 = R_{32}, & \eta_2^3 = R_{33}, & &
\end{array}
$$

erner

$$
\begin{array}{llllll}
\alpha_1^3 = r_{00}, & 3\alpha_1^2\alpha_2 = r_{71}, & 3\alpha_1\alpha_2^2 = r_{02}, & \alpha_2^3 = r_{03} & & \\
\alpha_1^2\beta_1 = r_{10}, & 2\alpha_1\alpha_2\beta_1 + \alpha_1^2\beta_2 = r_{11}, & 2\alpha_1\alpha_2\beta_2 + \alpha_2^2\beta_1 = r_{12}, & \alpha_2^2\beta_2 = r_{13} & & \text{(III)} \\
\alpha_1\beta_1^2 = r_{20}, & 2\alpha_1\beta_1\beta_2 + \alpha_2\beta_1^2 = r_{21}, & 2\alpha_2\beta_1\beta_2 + \alpha_1\beta_2^2 = r_{22}, & \alpha_2\beta_2^2 = r_{23} & & \\
\beta_1^3 = r_{30}, & 3\beta_1^2\beta_2 = r_{31}, & 3\beta_1\beta_2^2 = r_{32}, & \beta_2^3 = r_{33}.^{*} & &
\end{array}
$$

---

* Wenn wir diese abgekürzte Bezeichnung gebrauchen, können wir
lie Substitution $I_3(S)$ durch die Gleichungen

$$U_\alpha = r_{\alpha 0}u_0 + r_{\alpha 1}u_1 + r_{\alpha 2}u_2 + r_{\alpha 3}u_3$$
$$(\alpha = 0, 1, 2, 3)$$

Nun können wir wieder beweisen, dass die Werthsysteme in den Reihen sich

$$\lambda_1^\alpha \lambda_2 R_{\alpha 0},\ \lambda_1^\alpha \lambda_2 R_{\alpha 1},\ \lambda_1^\alpha \lambda_2 R_{\alpha 2},\ \lambda_1^\alpha \lambda_2 R_{\alpha 3} \qquad (\alpha=0,1,2,3)$$

mit der transponierten Substitution von $I_3(S)$ cogredient transformieren.

1. Ist $\alpha=0$, so hat man auf Grund der Gleichungen unter (*I*)

$$\begin{aligned}
\lambda_1^3 R_{00} &= \lambda_1^3 \xi_1^3 &&= (\lambda_1\xi_1)^3 &&= (\alpha_1\xi_1+\beta_1\xi_2)^3\\
\lambda_1^3 R_{01} &= \lambda_1^3 (3\xi_1^2\xi_2) = 3(\lambda_1\xi_1)^2(\lambda_1\xi_2) &&= 3(\alpha_1\xi_1+\beta_1\xi_2)^2(\alpha_2\xi_1+\beta_2\xi_2)\\
\lambda_1^3 R_{02} &= \lambda_1^3 (3\xi_1\xi_2^2) = 3(\lambda_1\xi_1)\ (\lambda_1\xi_2)^2 &&= 3(\alpha_1\xi_1+\beta_1\xi_2)\ (\alpha_2\xi_1+\beta_2\xi_2)^2\\
\lambda_1^3 R_{03} &= \lambda_1^3 \xi_2^3 &&= (\lambda_2\xi_2)^3 &&= (\alpha_2\xi_1+\beta_2\xi_2)^3;
\end{aligned}$$

wenn wir hier wieder die angedeuteten Operationen ausführen und die Ausdrücke ordnen, ferner die abgekürzten Bezeichnungen unter (*II*) und (*III*) gebrauchen, erhalten wir die Gleichungen

$$\begin{aligned}
\lambda_1^3 R_{00} &= r_{00}R_{00}+r_{10}R_{01}+r_{20}R_{02}+r_{30}R_{03}\\
\lambda_1^3 R_{01} &= r_{01}R_{00}+r_{11}R_{01}+r_{21}R_{02}+r_{31}R_{03}\\
\lambda_1^3 R_{02} &= r_{02}R_{00}+r_{12}R_{01}+r_{22}R_{02}+r_{32}R_{03}\\
\lambda_1^3 R_{03} &= r_{03}R_{00}+r_{13}R_{01}+r_{23}R_{02}+r_{32}R_{03}
\end{aligned} \qquad (I)$$

aus denen sogleich folgt, dass $\mu=\lambda_1^3$ die Wurzel der Gleichung $\Phi_{23}(\mu)=0$ ist.

2. Ist $\alpha=1$, so hat man

$$\begin{aligned}
\lambda_1^2\lambda_2 R_{10} &= \lambda_1^2\lambda_2(\xi_1^2\eta_1) = (\lambda_1\xi_1)^2(\lambda_2\eta_1) = (\alpha_1\xi_1+\beta_1\xi_2)^2(\alpha_1\eta_1+\beta_1\eta_2)\\
\lambda_1^2\lambda_2 R_{11} &= \lambda_1^2\lambda_2(2\xi_1\xi_2\eta_1+\xi_1^2\eta_2) = 2(\lambda_1\xi_1)(\lambda_1\xi_2)(\lambda_2\eta_1)+(\lambda_1\xi_1)^2(\lambda_2\eta_2) =\\
&= 2(\alpha_1\xi_1+\beta_1\xi_2)(\alpha_2\xi_1+\beta_2\xi_2)(\alpha_1\eta_1+\beta_1\eta_2)+\\
&\quad +(\alpha_1\xi_1+\beta_1\xi_2)^2(\alpha_2\eta_1+\beta_2\eta_2)\\
\lambda_1^2\lambda_2 R_{12} &= \lambda_1^2\lambda_2(2\xi_1\xi_2\eta_2+\xi_2^2\eta_1) = 2(\lambda_1\xi_1)(\lambda_1\xi_2)(\lambda_2\eta_2)+(\lambda_1\xi_2)^2(\lambda_2\eta_1) =\\
&= 2(\alpha_1\xi_1+\beta_1\xi_2)(\alpha_2\xi_1+\beta_2\xi_2)(\alpha_2\eta_1+\beta_2\eta_2)+\\
&\quad +(\alpha_2\xi_1+\beta_2\xi_2)^2(\alpha_1\eta_1+\beta_1\eta_2)\\
\lambda_1^2\lambda_2 R_{13} &= \lambda_1^2\lambda_2\xi_1^2\eta_2 = (\lambda_1\xi_1)^2(\lambda_2\eta_2) = (\alpha_1\xi_1+\beta_1\xi_2)^2(\alpha_2\eta_1+\beta_2\eta_2);
\end{aligned}$$

---

ausdrücken. Die Bezeichnung der charakteristischen Gleichung aber giebt die Gleichung

$$\Phi_{23}(\mu) \equiv |\, r_{\alpha\beta}-\delta_{\alpha\beta}\mu \,| = 0 \qquad (\alpha,\beta=0,1,2,3)$$

in welcher $\delta_{\alpha\beta}$ Null oder (1) bedeutet, je nachdem $\alpha \gtrless \beta$ oder $\alpha=\beta$ ist.

enn wir wieder die angedeuteten Operationen durchführen und ie Ausdrücke ordnen, erhalten wir das System der Gleichungen

$$\begin{aligned}
\lambda_1^2\lambda_2 R_{10} &= r_{00}R_{10}+r_{10}R_{11}+r_{20}R_{12}+r_{30}R_{13}\\
\lambda_1^2\lambda_2 R_{11} &= r_{01}R_{10}+r_{11}R_{11}+r_{21}R_{12}+r_{31}R_{13}\\
\lambda_1^2\lambda_2 R_{12} &= r_{02}R_{10}+r_{12}R_{11}+r_{22}R_{12}+r_{32}R_{13}\\
\lambda_1^2\lambda_2 R_{13} &= r_{03}R_{10}+r_{13}R_{11}+r_{32}R_{12}+r_{33}R_{13},
\end{aligned} \tag{2}$$

us denen unmittelbar hervorgeht, dass $\mu = \lambda_1^2\lambda_2$ die Gleichung $_{23}(\mu) = 0$ befriedigt.

3. Ist $\alpha = 2$, so hat man

$$\begin{aligned}
{}_1\lambda_2^2 R_{20} &= \lambda_1\lambda_2^2(\xi_1\eta_1^2) = (\lambda_1\xi_1)(\lambda_2\eta_1)^2 = (\alpha_1\xi_1+\beta_1\xi_2)(\alpha_1\eta_1+\beta_1\eta_2)^2\\
{}_1\lambda_2^2 R_{21} &= \lambda_1\lambda_2^2(2\xi_1\eta_1\eta_2+\xi_2\eta_1^2) = 2(\lambda_1\xi_1)(\lambda_2\eta_1)(\lambda_2\eta_2)+(\lambda_1\xi_2)(\lambda_2\eta_1)^2 =\\
&= 2(\alpha_1\xi_1+\beta_1\xi_2)(\alpha_1\eta_1+\beta_1\eta_2)(\alpha_2\eta_1+\beta_2\eta_2)+\\
&\quad +(\alpha_2\xi_1+\beta_2\xi_2)(\alpha_1\eta_1+\beta_1\eta_2)^2
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
{}_1\lambda_2^2 R_{22} &= \lambda_1\lambda_2^2(2\xi_2\eta_1\eta_2+\xi_1\eta_2^2) = 2(\lambda_1\xi_2)(\lambda_2\eta_1)(\lambda_2\eta_2)+(\lambda_1\xi_1)(\lambda_2\eta_2)^2 =\\
&= 2(\alpha_2\xi_1+\beta_2\xi_2)(\alpha_1\eta_1+\beta_1\eta_2)(\alpha_2\eta_1+\beta_2\eta_2)+\\
&\quad +(\alpha_1\xi_1+\beta_1\xi_2)(\alpha_2\eta_1+\beta_2\eta_2)^2\\
{}_1\lambda_2^2 R_{23} &= \lambda_1\lambda_2^2(\xi_2\eta_2^2) = (\lambda_1\xi_2)(\lambda_2\eta_2)^2 = (\alpha_2\xi_1+\beta_2\xi_2)(\alpha_2\eta_1+\beta_2\eta_2)^2;
\end{aligned}$$

ach abermaligem Ordnen erhalten wir die Gleichungen

$$\begin{aligned}
\lambda_1\lambda_2^2 R_{20} &= r_{00}R_{20}+r_{10}R_{21}+r_{20}R_{22}+r_{30}R_{23}\\
\lambda_1\lambda_2^2 R_{21} &= r_{01}R_{20}+r_{11}R_{21}+r_{21}R_{22}+r_{31}R_{23}\\
\lambda_1\lambda_2^2 R_{22} &= r_{02}R_{20}+r_{12}R_{21}+r_{22}R_{22}+r_{32}R_{23}\\
\lambda_1\lambda_2^2 R_{23} &= r_{03}R_{20}+r_{13}R_{21}+r_{23}R_{22}+r_{33}R_{23}
\end{aligned} \tag{3}$$

us denen hervorgeht, dass $\mu = \lambda_1\lambda_2^2$ die Wurzel der Gleichung $_{23}(\mu) = 0$ ist.

4. Ist $\alpha = 3$, so hat man

$$\begin{aligned}
\lambda_2^3 R_{30} &= \lambda_2^3\eta_1^3 = (\lambda_2\eta_1)^3 = (\alpha_1\eta_1+\beta_1\eta_2)^3\\
\lambda_2^3 R_{31} &= \lambda_2^3(3\eta_1^2\eta_2) = 3(\lambda_2\eta_1)^2(\lambda_2\eta_2) = 3(\alpha_1\eta_1+\beta_1\eta_2)^2(\alpha_2\eta_1+\beta_2\eta_2)\\
\lambda_2^3 R_{32} &= \lambda_2^3(3\eta_1\eta_2) = 3(\lambda_2\eta_1)(\lambda_2\eta_2)^2 = 3(\alpha_1\eta_1+\beta_1\eta_2)(\alpha_2\eta_1+\beta_2\eta_2)^2\\
\lambda_2^3 R_{33} &= \lambda_2^3\eta_2^3 = (\lambda_2\eta_2)^3 = (\alpha_2\eta_1+\beta_2\eta_2)^3;
\end{aligned}$$

nach Ordnen der Ausdrücke ergeben sich die Gleichungen

$$\begin{aligned}
\lambda_2^3 R_{30} &= r_{00}R_{30}+r_{10}R_{31}+r_{20}R_{32}+r_{30}R_{33}\\
\lambda_2^3 R_{31} &= r_{01}R_{30}+r_{11}R_{31}+r_{21}R_{32}+r_{31}R_{33}\\
\lambda_2^3 R_{32} &= r_{02}R_{30}+r_{12}R_{31}+r_{22}R_{32}+r_{32}R_{33}\\
\lambda_2^2 R_{33} &= r_{03}R_{30}+r_{13}R_{31}+r_{23}R_{32}+r_{33}R_{33}
\end{aligned} \tag{4}$$

die endlich zeigen, dass $\mu=\lambda_2^3$ die Wurzel der Gleichung

$$\Phi_{23}(\mu)=0 \text{ ist.}$$

Damit ist unser Satz auch bezüglich der inducierten Substitutionen dritten Grades gänzlich bewiesen.

Schon die bisherigen Betrachtungen zeigen, dass die Darstellung mit dem Zunehmen des Grades der inducierten Substitution immer verwickelter wird; dies geht so weit, dass wenn wir den eingeschlagenen Weg fortsetzen, bei der Darstellung der inducierten Substitutionen von höherem als dritten Grad Ausdrücke erhalten, die sich in Folge ihrer grossen Ausdehnung zum Hinschreiben gar nicht mehr eignen. Und doch dient das bisher Gesagte als Fingerzeig dazu, wie man bei der Darstellung der höheren Fälle vorgehen müsse. Jedes der Gleichungssysteme unter (1), (2), (3) und (4) kann durch eine einzige Gleichung ersetzt werden, indem wir die Gleichungen des betreffenden Gleichungssystems nach Multiplication mit Unbestimmten addieren und sie so in eine einzige Gleichung zusammenfassen. Dies führt uns dazu, dass wir auch die Polaren der Grundform f zu unseren Betrachtungen heranziehen, wodurch diese, wie es der Erfolg zeigen wird über alle Erwartung einfach und übersichtlich gestalten.

3. Inducierte Substitutionen n-ten Grades.

Ehe wir auf den allgemeinen Beweis unseres Hauptsatzes übergehen, ist es im Interesse der Einheit der Darstellung zweckmässig einen auf die Polaren der Grundform bezüglichen und an sich beinahe evidenten, jedoch für den Zweck unseres Beweises wichtigen Hilfssatz voraus zu schicken. Dieser Satz ist der folgende:

Die Polarenbildung und die auf die Reihen von Unbestimmten angewandten Substitutionen sind vertauschbare Operationen.

Es sei die symbolische Darstellung der algebraischen Form n-ten Grades

$$f \equiv u_0 x_1^n + \binom{n}{1} u_1 x_1^{n-1} x_2 + \cdots + \binom{n}{n} u_n x_2^n$$

die Gleichung

$$f = (a_1 x_1 + a_2 x_2)^n = a_x^n,$$

so dass die Formeln

$$u_k = a_1^{n-k} a_2^k \qquad (k = 0, 1, 2, \ldots, n)$$

die Darstellungen der Coëfficienten u_k vermittels der Symbole a_1 und a_2 liefern.

Wird auf die Form f die lineare Substitution

$$\begin{aligned} x_1 &= \alpha_1 y_1 + \beta_1 y_2 \\ x_2 &= \alpha_2 y_1 + \beta_2 y_2 \end{aligned} \qquad (S)$$

angewendet, so sei die transformierte Form

$$S(f) = F = U_0 y_1^n + \binom{n}{1} U_1 y_1^{n-1} y_2 + \cdots + \binom{n}{n} U_n,$$

oder in symbolischer Darstellung

$$S(f) = F = [a_1 (\alpha_1 y_1 + \beta_1 y_2) + a_2 (\alpha_2 y_1 + \beta_2 y_2)]^n = (a_\alpha y_1 + a_\beta y_2)^n,$$

so dass die Coëfficienten der transformierten Form die Gleichungen

$$U_k = a_\alpha^{n-k} a_\beta^k \qquad (k = 0, 1, 2, \ldots, n)$$

ergeben. Ist also

$$F = (A_1 y_1 + A_2 y_2)^n = A_y^n,$$

die symbolische Darstellung von F, so ist

$$\begin{aligned} A_1 &= a_\alpha \\ A_2 &= a_\beta. \end{aligned}$$

Es sei nunmehr die auf die Reihen der Unbestimmten

$$x_1, x_2; x_1', x_2'$$

bezügliche k-te Polare von f

$$\Pi_k(f) = \Pi_k(x_1, x_2; x_1', x_2'),$$

dann ist bekanntlich

$$\Pi_k(f) = \Pi_k(x_1, x_2; x_1', x_2') = a_x^{n-k} a_{x'}^k.$$

Wenn wir auf die Reihen der Unbestimmten (x_1, x_2) und (x_1', x_2') die Substitution (S) in cogredienter Weise anwenden, so tritt die Richtigkeit des aufgestellten Hilfssatzes auf Grund der Identitäten

$$\begin{aligned} S\Pi_k(f) &= [a_1(\alpha_1 y_1 + \beta_1 y_2) + a_2(\alpha_2 y_1 + \beta_2 y_2)]^{n-k} \cdot \\ &\quad \cdot [a_1(\alpha_1 y_1' + \beta_1 y_2') + a_2(\alpha_2 y_1' + \beta_2 y_2')]^k \\ &= (a_\alpha y_1 + a_\beta y_2)^{n-k} (a_\alpha y_1' + a_\beta y_2')^k = \\ &= (A_1 y_1 + A_2 y_2)^{n-k} (A_1 y_1' + A_2 y_2')^k = \\ &= A_y^{n-k} A_y^k = \Pi_k(F) = \Pi_k(S(f)) \end{aligned}$$

unmittelbar in Evidenz.

Dies vorausgesandt, gehen wir nun auf die Formulierung und den Beweis unseres Hauptsatzes über.

Die inducierte Substitution n-ten Grades der Substitution (S) repräsentiert das System der Gleichungen

$$\begin{aligned} U_0 &= a_\alpha^n = \Pi_0(a_1, a_2; \beta_1, \beta_2) \equiv r_{00} u_0 + r_{01} u_1 + \cdots + r_{0n} u_n \\ U_1 &= a_\alpha^{n-1} a_\beta = \Pi_1(a_1, a_2; \beta_1, \beta_2) \equiv r_{10} u_0 + r_{11} u_1 + \cdots + r_{1n} u_n \\ &\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\ U_n &= a_\beta^n = \Pi_n(a_1, a_2; \beta_1, \beta_2) \equiv r_{n0} u_0 + r_{n1} u_1 + \cdots + r_{nn} u_n \end{aligned} \qquad I_n(S)$$

in welchem die Coëfficienten

$$r_{ij} = r_{ij}(a_1, a_2; \beta_1, \beta_2) \quad (i, j = 0, 1, 2, \ldots, n)$$

die homogenen ganzen Ausdrücke $(n-k)$-ten Grades der Coëfficienten a_1, a_2 und k-ten Grades der Coëfficienten β_1, β_2 und somit ganze homogene Ausdrücke vom n-ten Grade in den Coëfficienten von (S) sind.

Der zu beweisende Satz lässt sich daher in den eingeführten Bezeichnungen folgendermassen ausdrücken:

Sind

$$\lambda_1, \lambda_2,$$

die Wurzeln der charakteristischen Gleichung der Substitution (S), also Gleichung

$$\varphi_2(\lambda) \equiv \begin{vmatrix} \alpha_1-\lambda & \beta_1 \\ \alpha_2 & \beta_2-\lambda \end{vmatrix} = 0$$

alsdann sind

$$\lambda_1^n, \lambda_1^{n-1}\lambda_2, \ldots, \lambda_1^{n-k}\lambda_2^k, \ldots, \lambda_2^n.$$

die sämmtlichen Wurzeln der charakteristischen Gleichung der inducierten Substitution n-ten Grades $I_n(S)$, also der Gleichung

$$\Phi_{2n} \equiv \begin{vmatrix} \gamma_{00}-\mu & \gamma_{12} & \ldots & \gamma_{1n} \\ \gamma_{21} & \gamma_{22}-\mu & \ldots & \gamma_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \gamma_{n1} & \gamma_{n2} & \ldots & \gamma_{nn}-\mu \end{vmatrix} = 0.$$

Für den Beweis sollen wieder die Fix-Elemente der Substitution (S),

$$(\xi_1, \xi_2)$$
$$(\eta_1, \eta_2)$$

herangezogen werden; dieselben können aus den Gleichungen

$$\begin{aligned} \lambda_1\xi_1 &= \alpha_1\xi_1+\beta_1\xi_2 & \lambda_2\eta_1 &= \alpha_1\eta_1+\beta_1\eta_2 \\ \lambda_1\xi_2 &= \alpha_2\xi_1+\beta_2\xi_2 & \lambda_2\eta_2 &= \alpha_2\eta_1+\beta_2\eta_2 \end{aligned} \qquad (I)$$

bestimmt werden.

Aus diesen Fix-Elementen als Reihen von Unbestimmten bilden wir die k-te Polare von f, $\Pi_k(\xi_1, \xi_2; \eta_1, \eta_2)$. Bei Benützung der abgekürzten Bezeichnung

$$\gamma_{kl}(\xi_1, \xi_2; \eta_1, \eta_2) = R_{kl} \qquad (k, l = 0, 1, 2, \ldots, n)$$

kann man diese Polare folgendermassen schreiben:

$$\Pi_k(\xi_1, \xi_2; \eta_1, \eta_2) = a_\xi^{n-k} a_\eta^k = R_{k0}u_0 + R_{k1}u_1 + \cdots + R_{kn}u_n. \qquad (k = 0, 1, 2, \ldots, n)$$

Man bilde ferner die Ausdrücke

$$\lambda_1^{n-k}\lambda_2^k \Pi_k(\xi_1, \xi_2; \eta_1, \eta_2); \qquad (k = 0, 1, \ldots, n)$$

da nun die k-te Polare den Variablen ξ_1, ξ_2 von $(n-k)$-tem Grade in den Variablen η_1, η_2 k-ten Grades ist, so hat man

$$\lambda_1^{n-k}\lambda_2^k \Pi_k(\xi_1, \xi_2; \eta_1, \eta_2) = \underset{(k=0,1,2,\ldots,n)}{\Pi_k(\lambda_1\xi_1, \lambda_1\xi_2; \lambda_2\eta_1, \lambda_2\eta_2)},$$

oder indem man die Gleichungen (I) in Betracht zieht,

$$\lambda_1^{n-k}\lambda_2^k \Pi_k(\xi_1, \xi_2; \eta_1, \eta_2) =$$
$$= \underset{(k=0,1,2,\ldots,n)}{\Pi_k(\alpha_1\xi_1+\beta_1\xi_2, \alpha_2\xi_1+\beta_2\xi_2; \alpha_1\eta_1+\beta_1\eta_2, \alpha_2\eta_1+\beta_2\eta_2)};$$

da aber im Sinne des vorausgesandten Hilfssatzes die auf die Unbestimmten ausgeübten cogredienten Substitutionen und die Polarenbildung vertauschbare Operationen sind, so wird

$$\lambda_1^{n-k}\lambda_2^k \Pi_k(\xi_1, \xi_2; \eta_1, \eta_2) = \underset{(k=0,1,2,\ldots,n)}{\Pi_k(F)},$$

oder ausführlicher geschrieben:

$$\lambda_1^{n-k}\lambda_2^k (R_{k0}u_0+R_{k1}u_1+\cdots+R_{kn}u_n) = \underset{(k=0,1,2,\ldots,n)}{R_{k0}U_0+R_{k1}U_1+\cdots+R_{kn}U_n}.$$

Zieht man schliesslich in Betracht, dass

$$U_j = \underset{(j=0,1,2,\ldots,n)}{r_{j0}u_0+r_{j1}u_1+\cdots+r_{jn}u_n},$$

so kann die zuletzt gewonnene Identität ausführlicher folgendermassen geschrieben werden:

$$\begin{aligned}
&\lambda_1^{n-k}\lambda_2^k (R_{k0}u_0+R_{k1}u_1+\cdots+R_{kn}u_n) = \\
&= R_{k0}(r_{00}u_0+r_{10}u_1+\cdots+r_{n0}u_n) + \\
&+ R_{k1}(r_{01}u_0+r_{11}u_1+\cdots+r_{n1}u_n) + \\
&+ \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots + \\
&+ R_{kn}(r_{0n}u_0+r_{1n}u_1+\cdots+r_{nn}u_n).
\end{aligned}$$
$$(k=0,1,2,\ldots,n)$$

Diese zerfällt nun zufolge der Unbestimmtheit der Grössen u in die folgenden $n+1$ Identitäten:

$$\begin{aligned}
\lambda_1^{n-k}\lambda_2^k R_{k0} &= r_{00}R_{k0}+r_{10}R_{k1}+\cdots+r_{n0}R_{kn} \\
\lambda_1^{n-k}\lambda_2^k R_{k1} &= r_{01}R_{k0}+r_{11}R_{k1}+\cdots+r_{n1}R_{kn} \\
&\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\
\lambda_1^{n-k}\lambda_2^k R_{kn} &= r_{0n}R_{k0}+r_{1n}R_{k1}+\cdots+r_{nn}R_{kn},
\end{aligned}$$
$$(k=0,1,2,\ldots,n)$$

und aus diesen ist sogleich ersichtlich, dass die Werthe

$$\lambda_1^{n-k}\lambda_2^k \quad (k=0, 1, 2, \ldots, n)$$

Wurzeln der Gleichung

$$\Phi_{2n}(\mu) = 0$$

sind und da die auf diese Weise gefundenen Wurzeln im Allgemeinen verschieden sind, so haben wir hiermit die sämmtlichen Wurzeln der Gleichung $(n+1)$-ten Grades: $\Phi_{2n}(\mu)=0$ gefunden.

Der Umstand, dass am Schlusse der obigen Darstellung der Fall von gleichen Elementen in der Reihe

$$\lambda_1^n, \lambda_1^{n-1}\lambda_2, \ldots, \lambda_1^{n-i}\lambda_2^i, \ldots, \lambda_2^n$$

ausgeschlossen wurde, beeinträchtigt in keiner Weise die allgemeine Gültigkeit unseres Satzes, wie dies die folgenden Betrachtungen zeigen sollen.

Der obige Satz über die Wurzeln der charakteristischen Gleichung von inducierten Substitutionen kann auch folgendermassen formuliert werden:

Ist

$$\Phi_{2n}(\mu)\equiv\mu^{n+1}-C_1\mu^n+\cdots+(-1)^{n+1}C_{n+1}=0$$

die charakteristische Gleichung der inducierten Substitution n-ten Grades $I_n(S)$ so können die Coëfficienten

$$C_i = C_i(a_1, a_2, \beta_1, \beta_2) \quad (i=1, 2, \ldots, n+1)$$

die — wie auf Grund ihres Bildungsgesetzes klar ist — rationale ganze Ausdrücke der Grössen

$$a_1, a_2, \beta_1, \beta_2$$

sind, als elementare symmetrische Funktionen der Grössen

$$\lambda_1^n, \lambda_1^{n-1}\lambda_2, \ldots, \lambda_2^n \qquad \text{(II)}$$

dargestellt werden, also

$$C_i(a_1, a_2, a_1, \beta_2) = S_i(\lambda_1^n, \lambda_1^{n-1}\lambda_2, \ldots, \lambda_2^n), \quad (i=1, 2, \ldots, n+1)$$

wobei S_i eine aus den Elementen der Reihe (II) gebildete elementare symmetrische Function i-ten Grades bedeutet.

Diesen Satz haben wir in den obigen Darstellungen bezüglich derjenigen Substitutionen als richtig erwiesen, für die das Product

$$D = \prod_{\substack{(i)\ (j) \\ (i,j=0,1,2,\ldots,n;\ j>i)}} \prod (\lambda_1^{n-i}\lambda_2^{i} - \lambda_1^{n-j}\lambda_2^{j})$$

nicht Null ist.* Dieses Product kann als symmetrische Function der Wurzeln

$$\lambda_1, \lambda_2$$

vermittels der Coëfficienten der Gleichung

$$\varphi_2(\lambda) = \begin{vmatrix} a_1-\lambda & \beta_1 \\ a_2 & \beta_2-\lambda \end{vmatrix} = 0$$

rational ausgedrückt werden, so dass

$$D = \Omega(a_1, a_2, \beta_1, \beta_2),$$

wo Ω als Bezeichnung für eine rationale ganze Function eingeführt wurde.

Die Richtigkeit unseres Satzes ist somit für diejenigen Inductor-Substitutionen erwiesen, deren Coëfficienten die Gleichung

$$\Omega(a_1, a_2, \beta_1, \beta_2) = 0$$

nicht befriedigen. Ist S eine *solche* Substitution, so hat man

$$C_i(a_1, a_2, \beta_1, \beta_2) = S_i(\lambda_1^n, \lambda_1^{n-1}\lambda_2, \ldots, \lambda_2^n);$$
$$(i=1,2,\ldots,n+1)$$

es kann jedoch $S_i(\lambda_1^n, \lambda_1^{n-1}\lambda_2, \ldots \lambda_2^n)$ auch als symmetrische Func-

---

* Dass dieses Product nicht identisch Null ist, zeigen schon die einfachsten Beispiele. Ist z. B. $\lambda_1=2$, $\lambda_2=1$ ist, dann giebt die Reihe (II) die Reihe

$$2^n, 2^{n-1}, \ldots, 2, 1,$$

die keine gleichen Werthe enthält und somit ist das Product D von Null verschieden.

tion der Wurzeln λ_1 und λ_2 aufgefasst werden und als solche kann sie mittels der Coëfficienten der Gleichung

$$\varphi_2(\lambda) = 0$$

rational ausgedrückt werden, also:

$$S_i(\lambda_1^n, \lambda_1^{n-1}\lambda_2, \ldots, \lambda_2^n) = R_i(\alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2), \quad (i=1, 2, \ldots, n+1)$$

wo R_i wieder das Zeichen einer rationalen ganzen Function ist.

Auf Grund der bisherigen Betrachtungen haben wir also bezüglich aller die Gleichung

$$\Omega(\alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2) = 0$$

nicht befriedigender Coëfficientensysteme $\alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2$ das Bestehen der Gleichung

$$C_i(\alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2) = R_i(\alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2) \quad (i=1, 2, \ldots, n+1)$$

bewiesen, dann ist aber im Sinne eines bekannten algebraischen Satzes ihr Bestehen auch bezüglich jener Coëfficientensysteme $\alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2$ gesichert, für die

$$\Omega(\alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2) = 0,$$

so dass damit die Identitäten

$$C_i(\alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2) = S_i(\lambda_1^n, \lambda_1^{n-1}\lambda_2, \ldots, \lambda_2^n) \quad (i=1, 2, \ldots, n+1)$$

bezüglich aller (S) Inductor-Substitutionen als richtig erwiesen sind, womit zugleich auch unser Hauptsatz ganz allgemein erwiesen ist.

4. Die Determinante der inducierten Substitution.

Die Determinante der inducierten Substitution kann vermittels der oben eingeführten Bezeichnungen in folgender Weise angesetzt werden:

$$|I_n(S)| = \begin{vmatrix} r_{00} & r_{01} & \dots & r_{0r-1} \\ r_{10} & r_{11} & \dots & r_{1r-1} \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ r_{r-10} & r_{r-11} & \dots & r_{r-1r-1} \end{vmatrix}.$$

Diese Determinante ist — wie unmittelbar ersichtlich — nichts anderes, als das absolute Glied der charakteristischen Gleichung der inducierten Substitution also der Gleichung $\Phi_{kn}(\mu)=0$, und kann daher so geschrieben werden:

$$|I_n(S)| = \Phi_{kn}(0) = \prod_{(i)} \lambda_{i_1}\lambda_{i_2}\dots\lambda_{i_n},$$

wo das Product-Zeichen sich auf die Index-Combination $i_1, i_2 \dots i_n$ bezieht und auf die sämmtlichen Combinationen n-ter Classe mit Wiederholung der Elemente $1, 2, 3, \dots k$ erstreckt werden muss. Da aber dieses Product eine symmetrische Function der Wurzeln

$$\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_k$$

ist, so wird $I_n(S)$ nach Ausführung der Multiplication in der Form

$$|I_n(S)| = (\lambda_1\lambda_2\dots\lambda_k)^\alpha$$

erscheinen. Es ist nun das Product

$$\lambda_1\lambda_2\dots\lambda_k$$

das absolute Glied der Gleichung

$$\varphi_k(\lambda) = \begin{vmatrix} a_{11}-\lambda & a_{12} & \dots & a_{1k} \\ a_{21} & a_{22}-\lambda & \dots & a_{2k} \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ a_{k1} & a_{k2} & \dots & a_{kk}-\lambda \end{vmatrix} = 0$$

nämlich die Determinante

$$\varphi_k(0) = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1k} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2k} \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ a_{k1} & a_{k2} & \dots & a_{kk} \end{vmatrix} = |S|$$

so dass

$$|I_n(S)| = \prod a_{ij}^{\alpha} = |S|^{\alpha}, \tag{III}$$

diese Gleichung zeigt aber schon, dass die Determinante der inducierten Substitution eine Potenz der Determinante der ursprünglichen Substitution ist. Nun soll noch schliesslich der Exponent a bestimmt werden. Da jedes Element der Determinante $|I_n(S)|$ vom Grade

$$\nu = \binom{n+k-1}{n}$$

an sich vom n-ten Grade in den Elementen a_{ij} ist, ferner die Determinante $|S|$ der Ausdruck k-ten Grades derselben Elemente ist, so ist im Sinne von (III)

$$n\binom{n+k-1}{n} = ka$$

und daher

$$a = \frac{n}{k}\binom{n+k-1}{n} = \frac{n}{k}\binom{n+k-1}{k-1} =$$

$$= \frac{(n+k-1)(n+k-2)\ldots(n+1).n}{1 \quad 2 \quad \ldots(k-1).k} = \binom{n+k-1}{k} = \binom{n+k-1}{n-1},$$

so dass

$$|I_n(S)| = |S|^{\binom{n+k-1}{n-1}};$$

diese Identität ist aber schon der Ausdruck des Satzes, dessen Richtigkeit zu erweisen war.

Es soll schliesslich zur Erläuterung des letzteren Satzes ein Beispiel angeführt werden: Es sei $n=2$, $k=3$ und es sei die Determinante der ursprünglichen Substitution S

$$|S| = \begin{vmatrix} \alpha_1 & \beta_1 & \gamma_1 \\ \alpha_2 & \beta_2 & \gamma_2 \\ \alpha_3 & \beta_3 & \gamma_3 \end{vmatrix},$$

alsdann ist im Sinne unseres Satzes die Determinante ihrer indu cierten Substitution zweiten Grades

$$I_2(S) = \begin{vmatrix} a_1^2 & a_2^2 & a_3^2 & 2a_1a_2 & 2a_1a_3 & 2a_2a_3 \\ \beta_1^2 & \beta_2^2 & \beta_3^2 & 2\beta_1\beta_2 & 2\beta_1\beta_3 & 2\beta_2\beta_3 \\ \gamma_1^2 & \gamma_2^2 & \gamma_3^2 & 2\gamma_1\gamma_2 & 2\gamma_1\gamma_3 & 2\gamma_2\gamma_3 \\ a_1\beta_1 & a_2\beta_2 & a_3\beta_3 & a_1\beta_2+a_2\beta_1 & a_1\beta_3+a_3\beta_1 & a_2\beta_3+a_3\beta_2 \\ a_1\gamma_1 & a_2\gamma_2 & a_3\gamma_3 & a_1\gamma_2+a_2\gamma_1 & a_1\gamma_3+a_3\gamma_1 & a_2\gamma_3+a_3\gamma_2 \\ \beta_1\gamma_1 & \beta_2\gamma_2 & \beta_3\gamma_3 & \beta_1\gamma_2+\beta_2\gamma_1 & \beta_1\gamma_3+\beta_3\gamma_1 & \beta_2\gamma_3+\beta_3\gamma_2 \end{vmatrix} = |S|^4 *$$

* Diesen speciellen Fall unseres Satzes hat schon EUGEN v. HUNYADI in seiner Abhandlung «Beitrag zur Theorie der Flächen 2-ten Grades» (Crelle Journal Bd. 89. p. 58.) aufgestellt und bewiesen. So ferner die Arbeit von A. SCHOLTZ Műegyetemi Lapok Bd. II. pag. 68 und die Arbeit von KÜRSCHÁK und BAUER Math. és Physikai Lapok Bd. IV. pag. 1 und pag. 207.

16.

JOHANN BOLYAIS THEORIE DER IMAGINÄREN GRÖSSEN.

Von PAUL STÄCKEL, Universitätsprofessor in Kiel.

Vorgelegt der ungar. Akademie in der Sitzung vom 15. Mai 1899 durch das ord. Mitgl. Jul. Kőnig.

1.

Dass Johann Bolyai, der Verfasser der *Appendix scientiam spatii absolute veram exhibens* (Maros-Vásárhely 1832) auch der Theorie der imaginären Grössen seine Aufmerksamkeit zugewendet hat, war bereits 1868 von Herrn Baumeister Franz Schmidt bemerkt worden. Im Jahre 1853, so erzählte dieser, wollte er [Johann] einen Theil seiner mathematischen Arbeiten drucken lassen, denn unter seinen Papieren findet sich der Titel und Fragmente einer Abhandlung: «Principia doctrinae novae quantitatum imaginariarum perfectae uniceque satisfacientis aliaeque disquisitiones analyticae et analytico-geometricae cardinales gravissimaeque. Auctore Johanne Bolyai de eadem, geometrarum in Exercitu Caesareo Regio Austriaco castrensium Capitaneo pensionato. Agropoli sive Maros-Vásárhelyini 1853».[1] In ähnlicher Weise äusserte sich 1884 Herr Koloman von Szily in seiner Lebensbeschreibung von Johanns Vater, Wolfgang Bolyai.[2]

Drei Jahre später hat Herr Joseph Koncz neue Aufschlüsse gegeben, indem er einen Brief veröffentlichte, den Wolfgang Bolyai am 7. November 1837 an seinen Freund Peter Bod ge-

---

[1] *Aus dem Leben zweier ungarischer Mathematiker Johann und Wolfgang Bolyai von Bolya.* Grunerts Archiv der Mathematik und Physik. 48. Theil. Greifswald, 1868. S. 228.

[2] Adatok Bolyai Farkas életrajzához. Értekezések a mathematikai tudományok köréből. Budapest, 1884. S. 38.

richtet hat.[1] Hierin berichtet Wolfgang, dass ihn sein Kollege Professor Alexis Dósa auf eine in der *Allgemeinen Zeitung* mitgeteilte Preisaufgabe über die Theorie der imaginären Grössen aufmerksam gemacht habe, und bittet Bod dafür zu sorgen, dass die von ihm verfasste und an Alexius Katona gesandte Arbeit über diesen Gegenstand so rasch als möglich an Professor Kühn abgehe. Von seinem Sohne Johann erzählt Wolfgang: «Er las meine Arbeit und sagte, dass er absolut nicht schreiben würde; und neulich sah ich, als ich auf der Post war, die Unterschrift Professor Kühn über Erhalt seiner Arbeit, die aus einem Bogen besteht.»

Auf Grund dieser Angaben, die mir im März 1896 durch Herrn Baumeister Schmidt zugänglich gemacht wurden, hat sich der genaue Thatbestand feststellen lassen; bei den betreffenden Nachforschungen erfreute ich mich der Unterstützung der Herren Dr. Abendroth, Professor Engel und Geheimrath Scheibner in Leipzig, denen ich auch an dieser Stelle meinen herzlichen Dank sagen möchte.

Im Jahre 1834 hatte auf Veranlassung von M. W. Drobisch[2] die Fürstlich Jablonowski'sche Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig folgende Preisaufgabe gestellt:

«Quantitatum imaginariarum non solum in analyticis, sed etiam analytico-geometricis disquisitionibus usus nunc est satis frequens. Iam vero indigitavit Ill. Gauss, illas quantitates, quas sub specie fictitiarum tantummodo formarum vulgo contemplari solent, negativarum instar quantitatum explicatione intuitiva non omnino esse expertes. Fuerunt praeterea alii geometrae, e quibus inprimis nominandi sunt W. Cu. Buée, Mourey, Warren, qui has quantitates, ubi in geometricis occurrerint, construendas esse docere conarentur. Quae tamen quum adhuc dubia videantur, movet Societas quaestionem, possitne haec doctrina de construc-

[1] A Marosvásárhelyi Evang. Reform. Kollegium Története. Maros-Vásárhely, 1896. S. 292—293; der betreffende Abschnitt war schon 1887 im Programm des Kollegiums veröffentlicht worden.

[2] Vergl. auch Drobisch' Abhandlung: *Über die geometrische Construction der imaginären Grössen*, Berichte der Königlich Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften Bd. II. S. 171—179, gelesen den 5. September 1848.

tione quantitatum imaginariarum ita firmari et excoli, ut, quae lateant constructiones, ubicunque geometrae quantitatibus illis usi sint, e certis regulis explanari possint vel, si rei natura hoc non concedit, quibusnam conditionibus imaginaria liceat construere, luculenter appareat.»

In der Märznummer des Intelligenzblattes der *Allgemeinen Literatur-Zeitung* (Halle-Leipzig) vom Jahre 1837 (Spalte 111) wurde an diese Preisaufgabe erinnert und darauf hingewiesen, dass die Zeit der Einsendung der Arbeiten an den derzeitigen Secretär Prof. Kühn mit dem Monat November des Jahres ende.

Drei Arbeiten gingen ein. Merkwürdiger Weise waren alle drei Verfasser Ungarn: Wolfgang Bolyai, Johann Bolyai und Franz Kerekes. Das Urtheil der Gesellschaft, das im März 1838 veröffentlicht wurde (vergl. auch die Aprilnummer des Intelligenzblattes vom Jahre 1838, Spalte 169), beginnt mit folgenden Worten:

«Quaestionem mathematicam de *quantitatum imaginariarum constructione* propositam quae tractarent, tres quidem Societati traditae sunt dissertationes, nulla tamen, quod vehementer dolemus, praemio digna videbatur.

Etenim prima, symbolo: *Sigillum veri simplex* obsignata, sermonis obscuritate, indistincta notionum definitione, inutili signorum inusitatorum congerie et fructuum percipiendarum inopia admodum laborat, nisi fortasse hoc fructus loco accipere velis, quod auctor lineas curvas, quarum formulae e realibus tantummodo quantitatibus compositae sunt, nigro, illas vero, quae formulis imaginariis utuntur, rubro colori repraesentare suadet!

Parum laudabilior altera videbatur dissertatio, cui praefixa est sententia: *fructus non nisi maturi decerpendi.* Quae priori illi tum ratione quavis habita tum inprimis ea dissimilis non est, quod, quamquam minus graviter, tamen in eadem fere vitia omnia incidit, quae in recensenda illa reprehendimus.»

Es folgt die Besprechung der dritten Arbeit, deren Verfasser die Hälfte des Preises zufiel, ohne dass jedoch sein Name, geschweige denn seine Arbeit seitens der Gesellschaft veröffentlicht wurde.

Auf die Preisaufgabe vom Jahre 1837 beziehen sich ferner

zwei Briefe, die Johann Bolyai an die Fürstlich Jablonowski'sche Gesellschaft gerichtet hat, und die sich noch jetzt in deren Archiv befinden. In dem ersten, datiert Domáld bei Elisabethstadt, den 30. December 1841, schreibt Johann, er habe durch Herrn Professor Bolyai die Abhandlung: *Fructus non nisi maturi decerpendi*, als deren Verfasser er sich bekenne, zurückerbeten; da aber die Gesellschaft dieselbe nur dem Verfasser selbst ausliefern wolle, erbitte er sie sich jetzt zurück, »indem ich solche (wie dessen auch darin erwähnt wird) als Wechselfieberpatient in der Eile verfasste oder vielmehr aus schon fertigen Ideen zusammensetzte, sodass ich nicht einmal eine genaue Abschrift davon behalten konnte.« In einem zweiten Briefe, der nach dem in Johanns Nachlass befindlichen Aufgabs-Recepisse zu schliessen, am 28-ten Februar 1842 von Elisabethstadt abgegangen ist, wiederholt Johann seine Bitte aufs dringendste und fordert, dass ihm die Abhandlung unverweilt zurückgesandt werde, widrigenfalls er sich an den König von Sachsen wenden müsse.

Inzwischen war, nach einem Vermerk auf dem ersten Briefe, die Schrift bereits am 15. Februar an ihn abgegangen. Man durfte daher hoffen, dass sich Johanns Abhandlung über imaginäre Grössen in dessen Nachlass befinde, der in der Bibliothek des ev. ref. Kollegiums zu Maros-Vásárhely aufbewahrt wird und eine riesige Kiste füllt. Als ich mich im März 1898 dorthin begeben hatte, wurde mir seitens des Kollegiums in der freundlichsten Weise erlaubt, diese Papiere durchzusehen. Bei dieser Gelegenheit fand ich nicht nur die bereits 1868 von Herrn Baumeister SCHMIDT erwähnten Fragmente der *Principia doctrinae novae*, sondern auch ein sauber geschriebenes Manuscript von 8 Seiten Grossquart, also gerade einem Bogen, das mit dem Motto: *Fructus nonnisi maturi decerpendi* beginnt. Meine Vermuthung, dass hier die Abhandlung vom Jahre 1837 vorliege, gewann eine weitere Stütze durch den beachtenswerten Umstand, dass in den Blättern ausser dem schon erwähnten Aufgabs-Recepisse vom 28. Februar 1842 auch das in Wolfgang Bolyais Schreiben an Bod erwähnte *Retour-Recepisse* lag, das die Unterschrift D. KÜHN trägt und Leipzig, den 17. October 1837 datiert ist. Ein Bedenken, das man geltend machen könnte, darf freilich

nicht verschwiegen werden: Johann sagt in dem Brief vom 30. December 1841, in der Abhandlung sei erwähnt, dass er sie als Wechselfieberpatient in der Eile verfasst habe. Eine solche Bemerkung persönlicher Natur ist nun in jenem Manuscripte nicht erhalten, das einen streng wissenschaftlichen Charakter trägt. Ob man aber glaubt, wie ich es thue, dass jener späteren Äusserung Johanns kein erhebliches Gewicht beizulegen sei, und dass ihn dabei sein Gedächtnis getäuscht habe, oder ob man andrer Ansicht ist: auf jeden Fall giebt uns das Manuscript mit dem Motto: *Fructus nonnisi maturi decerpendi* die Ideen über die Theorie der imaginären Grössen, die Johann Bolyai in seiner Abhandlung vom Jahre 1837 entwickelt hat.

Nach diesen vorbereitenden Bemerkungen gehe ich dazu über, die Manuscripte über die imaginären Grössen, die ich in Maros-Vásárhely aufgefunden habe, kurz zu charakterisieren:

1) Ein Entwurf der Abhandlung vom Jahre 1837, 18 Seiten Folio (dazu 16 kleinere Zettel), der sich auf die ersten 8 Paragraphen der Abhandlung bezieht. Weggelassen ist bei dieser die Einleitung des Entwurfes. Ich werde die Einleitung später in Beilage A mitteilen, da sie für die Erkenntniss der grundlegenden Gedanken des Verfassers von Wichtigkeit ist.

2) Ein Manuscript mit dem Motto: *Fructus nonnisi maturi decerpendi*, das ich als die Abhandlung vom Jahre 1837 bezeichne. Es wird als Beilage B vollständig abgedruckt werden. Bei dem Abdrucke sind verschiedene Zusätze, die Johann später gemacht hat und die als solche durch ihre Stellung, durch die flüchtigere Schrift und die dunklere Tinte kenntlich sind, mitaufgenommen, aber zum Unterschiede *cursiv* gesetzt worden.

3) Vorarbeiten zu den *Principia doctrinae novae:*

a) 20 Seiten Grossfolio, auf die 8 ersten Paragraphen der Abhandlung vom Jahre 1837 bezüglich;

b) 28 Seiten Octav auf §§ 10 und 12 bezüglich.

Diese Papiere lassen sich am besten bezeichnen als eine Paraphrase der genannten Paragraphen. Als lehrreiches Beispiel teile ich in Beilage C die neue Fassung des § 10 der Abhandlung mit. Man wird daraus erkennen, dass inhaltlich zu dem ursprünglichen Texte nichts Wesentliches hinzugekommen ist.

Nebenbei sei darauf hingewiesen, dass aus der inhaltlichen Übereinstimmung dieser Manuscripte mit der Abhandlung: *Fructus* etc. ein neues Indicium dafür gewonnen wird, dass hier wirklich die der Fürstlich Jablonowski'schen Gesellschaft eingereichte Schrift vorliegt.

Von einer Weitschweifigkeit, die fast an pathologische Zustände gemahnt, ist die Darstellung in dem

4) Manuscript der *Principia doctrinae novae*, das 47 Seiten Grossfolio umfasst, wozu 14 grössere und kleinere Zettel kommen, denn nicht weniger als 37 Seiten beziehen sich auf §§ 2 und 3 der Abhandlung; damit bricht das Manuscript ab. Wichtiger ist die Einleitung, S. 1—10, da sie über den Inhalt des geplanten Werkes Aufschluss giebt; es handelte sich danach nur um eine verbesserte und erweiterte Darlegung der in der Abhandlung vom Jahre 1837 dargelegten Theorie, die Johann in der Einleitung als «quoad essentiam jam anno 1831 excogitata» bezeichnet. Man gewinnt hiernach den Eindruck, dass Johanns Productivität sich schon früh erschöpft habe, ein Eindruck, der durch die sonstigen im Nachlasse befindlichen Aufzeichnungen nur verstärkt wird. Als Probe gebe ich in Beilage D den Schluss der Einleitung, der dem Paragraphen 1 der Abhandlung vom Jahre 1837 entspricht und von dem Inhalte der *Principia* handelt.

2.

Nach dem Vorhergehenden genügt es für die Beurteilung dessen, was Johann Bolyai in der Theorie der imaginären Grössen geleistet hat, den Entwurf und die Abhandlung vom Jahre 1837 (Beilage A und B) in Betracht zu ziehen. Man wird dabei zwei wesentlich verschiedene Fragen zu beantworten haben, einmal wie sich Johanns Abhandlung zu der Preisaufgabe der Jablonowski'schen Gesellschaft verhält und dann welcher Werth ihr, wenn man sie von dem Standpunkte der Geschichte der complexen Grössen aus betrachtet, beizulegen ist.

Was die erste Frage betrifft, so verlangte die Gesellschaft, «dass entschieden werden solle, ob die Lehre von der Construction der imaginären Grössen sich so begründen und ausbilden lasse,

dass vermöge derselben nach sicheren Regeln die Constructionen angegeben werden können, die überall, wo sich die Geometer der imaginären Grössen bedienen, versteckt liegen mögen; oder wenn dieses unmöglich, dass wenigstens die Bedingungen erhellen, unter denen jene Grössen construierbar sind.» Auf den eigentlichen Gegenstand der Preisaufgabe bezieht sich also nur der § 10 und ein Teil des § 11 der Abhandlung. Man wird daher sagen müssen, dass Johann für die Anwendung der in §§ 1—7 entwickelten Theorie der imaginären Grössen auf geometrische Constructionen recht wenig gethan hat, und dass Drobisch gegenüber dem stolzen Motto: *Fructus nonnisi maturi decerpendi* mit Recht von dem «Mangel einzuerntender Früchte» sprechen durfte, den auch die Theorie des Logarithmus in § 8 nicht ersetzen kann. Ebensowenig lässt sich nicht leugnen, dass die Darstellung jener Theorie an Klarheit und Einfachheit viel zu wünschen übrig lässt; ja der Excurs über nichteuklidische Geometrie (§ 9), so interessant er an und für sich auch ist, war damals für den nicht eingeweihten Leser gänzlich unverständlich.*

Demnach wird man der Gesellschaft aus dem Urtheil, das sie «zu ihrem lebhaften Bedauern» fällen musste, keinen Vorwurf machen und Johann nicht beistimmen können, der seinem Unmuthe an dem Rande des Entwurfes mit den bitteren Worten Luft machte: «*Schade, dass dieser grosse Schatz in unwürdige Hände fiel.*»

Gewiss, Johanns Theorie der imaginären Grössen war ein grosser Schatz, sie war ein bedeutsamer Schritt von dem Standpunkte, den Gauss eingenommen hatte, nach der Richtung der modernen Auffassung der complexen Grössen. Allein was wir jetzt deutlich und klar sehen, war für Johann noch in Dunst und Nebel gehüllt. Er hat in genialer Intuition die Lösung des Problems geahnt, allein er ist nicht im Stande gewesen, sie in durchgebildeter, anderen verständlicher Darstellung zu formulieren. Es ging ihm hier wie seinem Vater, dessen *Tentamen* an so

---

* Es verdient bemerkt zu werden, dass Johann dabei die Bezeichnungen *Parasphäre* und *Hypersphäre* anwendet, die Gauss in dem Briefe an Wolfgang Bolyai vom 6. März 1832 vorgeschlagen hatte.

manchen Stellen zeigt, wie Wolfgang Problemen der modernen Mathematik ganz nahe kam, ohne sie aber greifen zu können.

Indem ich mich hiermit zu der Beantwortung der zweiten Frage wende, muss ich vor allem auf den Einfluss eingehen, den Wolfgang Bolyais Arbeiten auf Johanns Theorie der imaginären Grössen gehabt haben; es ist das um so nöthiger, als diese Arbeiten bis jetzt ganz unbeachtet geblieben sind und selbst in der neuesten Darstellung der Theorie der complexen Grössen keine Erwähnung gefunden haben.[1] Ein solcher Einfluss ist auch bei Johanns geometrischen Arbeiten unverkennbar, und mit Recht sagt F. Engel: «Gauss, Schweikart und Lobatschefskij waren reife Männer, als sie die Lösung des Räthsels [der Parallelentheorie] fanden, und bei jedem von diesen waren lange Jahre vergeblicher Anstrengungen vorhergegangen, während J. Bolyai schon als einundzwanzigjähriger Jüngling die Wahrheit erkannte, nachdem er sich höchstens drei bis vier Jahre ernstlich mit dem Gegenstande beschäftigt hatte. Dafür hatte aber auch Johanns Vater, Wolfgang Bolyai, länger als zwei Jahrzehnte vergeblich mit den Schwierigkeiten der Parallelentheorie gerungen; die gewaltige geistige Arbeit, die Gauss, Schweikart und Lobatschefskij jeder für sich allein vollbracht haben, vertheilt sich eben bei den beiden Bolyai auf zwei Generationen.»[2]

Johann selbst hat auch, trotz vieler unerquicklicher Streitigkeiten, nie aufgehört, in seinem Vater, der ihn persönlich in die Mathematik eingeführt hatte, den dankbar zu verehrenden Lehrer zu erblicken, dem er, um einen Ausdruck Kroneckers zu gebrauchen, sein «mathematisches Dasein» verdankte. Das zeigen viele Stellen des Nachlasses, unter andern auch der Anfang der Beilage D, wo er seinen Vater als sein Vorbild bezeichnet und geradezu mit Euklid in eine Reihe stellt.

Unverkennbar ist Wolfgang Bolyais Bestreben, die beiden Disciplinen der Arithmetik und Geometrie, die er im *Tentamen*

---

[1] E. Study: *Theorie der gemeinen und höheren complexen Zahlen.* Encyclopädie der mathematischen Wissenschaften. Bd. I. Leipzig, 1899. S. 147—183.

[2] Nikolaj Iwanowitsch Lobatschefskij: *Zwei geometrische Abhandlungen.* Zweiter Theil. Leipzig, 1899. S. 382—383.

als «arbores corradicatae coronisque confluentibus» bezeichnet, im Gegensatze zu der bis weit in das neunzehnte Jahrhundert hinein üblichen Vermischung, jede für sich selbständig zu begründen; wenn auch viel fehlt, dass er diese Trennung consequent durchgeführt hätte. Sehr bezeichnend für diese Tendenz ist eine Äusserung, die sich bei seinem Berichte über Gauss' ersten Beweis für die Existenz der Wurzeln algebraischer Gleichungen findet.[1] Nachdem er Gauss' Abhandlung als die «primitiae messis ditissimae» begeistert gelobt hat, fühlt er sich doch in seinem mathematischen Gewissen verpflichtet hinzuzufügen: «fit quidem Geometriae subsidio; sed veritas veritati heterogenea non est.»

Auf demselben Standpunkte steht Johann, der (in § 11) gegen Gauss' Theorie der imaginären Grössen[2] mit Recht einwendet, dass die daselbst verwendeten Begriffe von *rechts* und *links*, von *oben* und *unten* nicht bestimmt genug sind und dass überhaupt in der Arithmetik geometrische Betrachtungen vermieden werden müssen.

Die Vermischung von Arithmetik und Geometrie hatte ihren Grund in dem seit dem Aufkommen der analytischen Geometrie stillschweigend usurpierten Gebrauch *stetig* veränderlicher Zahlengrössen, der sich an die Darstellung der Werthe einer solchen Grösse durch die Punkte einer Geraden knüpfte. Die Zahl ist jedoch ihrem Ursprunge nach discreter Natur, und es entsteht so eine Discrepanz, die schon in Euklids Erklärung der Proportion ihren Ausdruck gefunden hat. Wolfgang hat sich damit geholfen, dass er die Zeit als den Träger der stetig veränderlichen Grösse wählte, ein Verfahren, das in der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts vielfach angewandt worden ist, obwohl es die Schwierigkeit nicht beseitigt, sondern nur verlegt. Dieses Hineinziehen der Zeit, das als ein interessantes Übergangsstadium zu einer rein arithmetischen Begründung des Begriffes der stetigen Veränderlichkeit auftritt, aber leider noch keine eingehende historische Dar-

---

[1] *Tentamen.* T. I., Seite 425, ed. sec. S. 461.

[2] Selbstanzeige der *Theoria residuorum biquadraticorum, Commentatio secunda*, Göttingische Gelehrte Anzeigen vom 23. April 1831, wiederabgedruckt in den Werken Bd. II, S. 169—178.

stellung gefunden hat, findet sich auch bei Johann, der in seiner Abhandlung wiederholt die «durationes» zur Darstellung der bei ihm auftretenden Zahlengrössen benutzt.

Von ganz besonderer Wichtigkeit für Johanns Untersuchungen ist die Theorie der negativen Grössen, die sein Vater im *Tentamen* entwickelt hat. In dem zweiten Paragraphen des Entwurfes (Beilage A) bringt Johann im Grunde Wolfgangs Gedanken zum Ausdruck, jedoch mit einer Klarheit und Schärfe, zu der dieser selbst sich niemals durchgerungen hat. Er besteht in der fundamental wichtigen Erkenntniss, dass die negativen Grössen erst dann einen Sinn gewinnen, wenn man den Grössen zwei «Determinationen» beilegt oder mit andern Worten, wenn man neben der ursprünglichen Einheit «+1» eine neue Einheit «—1» einführt, eine Einsicht, worin Wolfgang freilich schon Buée (1806) zum Vorgänger hatte.* Durchdrungen von der Bedeutsamkeit seines Gedankens hat Wolfgang im Gegensatze zu den Zeichen des Hinzuthuns und Wegnehmens «+» und «—» für die positive und negative Einheit zwei besondere Zeichen «⊣1» und «⊢» eingeführt. Für die Begründung der Theorie der negativen Grössen mögen die neuen Zeichen ihren Nutzen haben, aber es empfiehlt sich, diese Fesseln bald wieder abzustreifen, sonst wird die Darstellung unnöthig lang und schwerfällig.

Aus der naturgemässen Weiterentwickelung von Wolfgang Bolyais Theorie der negativen Grössen ist Johanns Theorie der imaginären Grössen hervorgegangen; der Vater hat dem Sohne auch hier «vorangeleuchtet». Ehe ich indessen hierauf ausführlicher eingehe, möchte ich einige wenige Worte über Wolfgangs Theorie der imaginären Grössen

---

* *Mémoire sur les quantités imaginaires*, read 20. Juni, 1805. Philosophical Transactions, London 1806. Daselbst heisst es auf Seite 24:

Chacun des signes + et — a deux significations tout-à-fait différentes.

1°. Mis devant une quantité q. ils peuvent designer, comme je l'ai dit, deux *opérations arithmétiques* opposées dont cette quantité est le sujet

2°. Devant cette même quantité ils peuvent désigner deux *qualités* opposées ayant pour sujet les *unités* dont cette quantité est composée.

sagen, der diesen Gegenstand wiederholt behandelt hat.* Wolfgang denkt sich jede Grösse mit einer Einheit behaftet, deren Wahl noch frei steht, so dass das Zeichen $\sqrt{a}$ bei geeigneter Wahl der Einheit stets etwas Reelles bedeutet. «Sit igitur fas, ea quorum realitas multiplicationi quoad $+1$ innititur, *realia quoad* $+1$ (breviter *realia*), illa vero quorum realitas multiplicatione quoad -1 innixa est, *realia quoad* -1, sive *pure imaginaria* dicere.» Grössen der Form $\alpha+\beta\sqrt{-1}$, wo α und β reell sind, nennt er *imaginaria*. Besondere Schwierigkeiten macht ihm die Multiplication imaginärer Grössen, die er auf den Begriff der «divisio absoluta» gründet. Die diesbezüglichen Auseinandersetzungen sind recht dunkel und die Durchführung ist, wie Johann in § 11 mit Recht bemerkt, stellenweise nicht fehlerfrei.

Ganz anders verfährt Johann: er führt sofort 4 Einheiten ein, $+1$, -1, $+1$ -1, die beiden ersten nennt er reell und entgegengesetzt, die beiden letzten imaginär und entgegengesetzt, und entwickelt nun sorgfältig und ausführlich die Regeln, nach denen mit diesen viertheiligen Grössen gerechnet wird, die man, wie er ausdrücklich darlegt, stets auf die reducierte Form $\alpha+\sqrt{-1}\beta$ bringen kann, wo α und β positive oder negative reelle Grössen bezeichnen. Freilich hat er sich diese Aufgabe erheblich erschwert, indem er, ganz dem Ideengange seines Vaters folgend, neben den Zeichen der Einheiten $+$, $-$, $+$, $-$ noch die entsprechenden Zeichen der Operationen $+$, $-$, $+$, $-$ einführt, sodass seine Theorie unnöthig compliciert erscheint. Das ist jedoch nur ein äusserlicher Mangel, der nicht daran hindern kann, den

---

* *Tentamen*, t. I. S. 105—118, ed. sec. S. 121—136; vergl. auch S. 177, ed. sec. S. 202, t. II. S. 357—371, ed. sec. t. I. S. 524—539, vergl. auch die Errores zu t. I. S. LIV—LVIII, ed. sec. S. 540—543 und endlich die später gedruckten Errores zu t. I. S. LXXVI—LXXXVI, ed. sec. S. 544—555. Die Ausführungen an dieser letzten Stelle sind von W. Bolyai für den «Kurzen Grundriss» vom Jahre 1851 benützt worden, siehe besonders S. 25—26. Ich bin geneigt, diese letzte Darstellung in den *Errores* für die 1837 der Fürstlich Jablonowski'schen Gesellschaft eingereichte Abhandlung zu halten; eine genauere Begründung dieser Vermuthung ist hier nicht am Platze.

wesentlichen Fortschritt anzuerkennen, den Johanns Theorie der imaginären Grössen für die damalige Zeit bedeutete.

Das gilt allerdings nur mit einer Einschränkung. Als Johann seine Schrift nach Leipzig sandte, war bereits eine Abhandlung[1] erschienen, in der die moderne Auffassung der gewöhnlichen complexen Zahlen als Paare reeller Grössen in voller Deutlichkeit ausgesprochen und durchgeführt worden war. Ihr Verfasser war kein anderer, als HAMILTON, der bekannte Entdecker der *Quaternionen*. Aus dieser bemerkenswerthen Abhandlung, die seiner Zeit nicht beachtet wurde und erst neuerdings gebührend gewürdigt worden ist,[2] möge hier folgende Stelle Platz finden (a. a. P. S. 417—418), die so zu sagen die Quintessenz von Hamiltons Theorie enthält:

«In the *theory of single numbers*, the symbol $\sqrt{-1}$ is *absurd*, and devotes an *impossible extraction*, or a merely *imaginary number*; but in the *theory of couples*, the same symbol $\sqrt{-1}$ is *significant*, and denotes a *possible extraction*, or a *real couple*, namely the *principal square-root of the couple* $(-1,0)$. In the latter theory, therefore, though not in the former, this sign $\sqrt{-1}$ may properly be employed; and we may write, if we choose, for any couple (a_1, a_2) whatever,

$$(a_1,a_2) = a_1 + a_2\sqrt{-1},$$

interpreting the symbols a_1 and a_2, in the expression $a_1+a_2\sqrt{-1}$, as denoting the pure primary couples $(a_1, 0)$, $(0, a_2)$, — — — and interpreting the symbol $\sqrt{-1}$, in the same expression, as denoting the secondary unit or pure secondary couple $(0, 1)$.»

Unzweifelhaft besitzt HAMILTONS Abhandlung erhebliche Vorzüge vor der Johanns. Nicht nur ist seine Darstellung bei weitem klarer und vollständiger, sondern Hamilton sieht auch

---

[1] *Theory of Conjugate Functions, or Algebraic Couples*, read 4. Nov. 1833 and 1. Jun. 1835. Transactions of the Royal Irish Academy. Vol. XVII. Dublin, 1837. S. 293—423.

[2] STUDY, a. a. O. S. 149, wo wohl der Umstand hätte Erwähnung finden sollen, dass HAMILTON augenscheinlich von GAUSS' Theorie der complexen Zahlen nichts gewusst hat.

weiter, er weiss schon damals, dass man eine entsprechende Theorie für Grössen mit mehr als zwei oder, wenn man die beiden negativen Einheiten besonders zählen will, mit mehr als vier Einheiten aufstellen kann (S. 422.) Johann behauptet zwar (§ 3), dass man genau seine vier Einheiten, $+1$, -1, $+1$, $+1$ einführen müsse, nicht mehr und nicht weniger, aber er bleibt den Beweis schuldig. Während ferner JOHANN die Regeln für die Multiplication complexer Grössen ohne jede Begründung, so zu sagen durch einen Machtspruch einführt, giebt HAMILTON auf Grund des distributiven Gesetzes die allgemeinste Formel der Multiplication und bemerkt dazu, dass es sich aus Gründen der Zweckmässigkeit empfehle, die darin auftretenden Constanten so zu wählen, dass man auf die gewöhnlichen complexen Zahlen kommt. Zu Gunsten von Johann ist freilich geltend zu machen, dass dieser sich vollkommen darüber klar war, dass die Regeln des Rechnens mit imaginären Grössen erst definiert werden müssen und dass es hier ebenso, wie bei den negativen Grössen (vergl. § 2 des Entwurfes), keineswegs erlaubt ist, die für die gewöhnlichen Zahlen geltenden Rechnungsregeln ohne weiteres auf die neuen Zahlen zu übertragen. Diese richtige Erkenntniss zeigt sich besonders darin, dass Johann gegen GAUSS' Deduction, dass die ganzen complexen Zahlen durch die Punkte eines quadratischen Gitters in der Ebene dargestellt werden müssen, mit Recht den Einwand macht, Gauss dehne dabei den Begriff der Proportion, der zunächst nur für reelle Grössen gilt, in unzulässiger Weise auf imaginäre Grössen aus.

Alles in allem wird man sagen dürfen, dass, wenn Johann auch nicht die Kraft hatte, seine Ideen abzuklären und auszugestalten, wenn es ihm auch leider nicht beschieden war, die vielversprechende Früchte seiner Jugend reifen zu lassen, seine Leistungen in der Theorie der imaginären Grössen doch des Verfassers der *Appendix* nicht unwürdig sind und ihm für immer einen Platz in der Geschichte dieser Theorie sichern.

Beilage A,

§ 1 und 2 des Entwurfes enthaltend.

Responsio ad quaestionem, veram indolis quantitatum (vulgo) imaginariarum dictarum expositionem concernentem, ab Inclyta Societate Scientiarum Jablonowskiana Lipsiae d. d. . . ta Martii 1837 motam.

§ 1.

Cum quisque in functionibus animae suae exercendis eum in finem ut in aliis quoque eaedem repraesentationes ut in nobis ipsis exsurgant adeoque [in] condendo quovis systemate scientifico, necessario formatione seu constructione conceptuum, sive determinatione sensus omnium vocum aliorumve signorum in discursu occurrentium per quasdam voces seu conceptus simplices ac indefinibiles (quales, cum omnia definire manifesto impossibile naturaeque systematis scientifici repugnans sit, necessario adsunt et quarum significationem aliis nonnisi per immediatam promonstrationem(?) et nonnisi imperfecte enuntiare possumus et qualium aliquas libro construendo tanquam notas supponere coacti sumus) inchoare debeat; et postea, positis propositionibus quibusdam simplicissimis ac haud amplius ex aliis deductibilibus ac per se jam satis claris (e qualibus itidem necessario exundum est) cujusvis alius propositionis veritas aut falsitas (quando formâ theorematis exhibetur), possibilitas aut impossibilitas (siquidem sub forma problematis nunciata fuerit) haud aliter quam disquirendo, num ea ex axiomatibus positis (vim definitionum probe retinendo, secundumque certas leges (logices) concludendo seu procedendo) consequantur aut minus, decidenda sit: disquisitio praesens manifesto reduci potest ad tria momenta sequentia:

1mo definire quid sub quantitatibus imaginariis intelligendum sit;

2do definire quid sub constructione earundem quantitatum intelligatur;

3^tio denique decidere, num quantitates imaginariae construi possint an secus? atque in casu primo modum talis constructionis ostendere.

Quae omnia jam methodo debita omnique quae desiderari potest claritate aggredimur absolvemusque; qui contemplationis modus, ad quem uti ad totius theoriae verae quantitatum imaginariarum aeque ac realium momenta praecipua auctor occasione infra dicenda multos jam abhinc annos pervenit, ei per longum usum perfamiliaris factus est. At hic tantum summa brevitate necessarium ex theoria ipsa excerpere proferreque licet: quae vero ad scopum praesentem sufficient.

§ 2.

Nil omnino absurdius, rationique magis dissentaneum excogitari potest, quam conamen majus ex minori demendi, discursusque de quantitatibus ipso 0 minoribus maxime vanus, tempora testatur, quibus nonnunquam vel geometris insignissimis veritatem simplicem velo mysterioso oculo sano impenetrabili involvere placeret, tractatione rei superficiali resultatisque speciem habentibus deceptis et contentis nullumque idcirco scrupulum ulteriorem moventibus. Si e. g. debitum tamquam bonum negativum, via ad sinistram ut negativa via ad dextram, hyperbola (in geometria vulgari, theoremati, ab ipso Euclide perperam sub forma axiomatis XI. assumti innixa) ut ellipsis axis minoris imaginarii censeatur et vice versa vel si de quantitatibus loqueris, quae positivis dictis additae illas diminuant (ita ut $a+b$ fiat minor quantitate positiva a, imo talis evadere possit, ut et ipsa quantitati positivae addita hanc non augeat), voces dextrum, sinistrum, hyperbola, ellipsis, additio in sensu communi accipiendo (ut quidem, si essentiam rei spectes, tamen omnino mos est) re accuratius examinatâ ecquisne hoc approbaturus est, et quis potius non dixerit, tali modo naturae vim illatam fore, quippe cum tales propositiones omnino contradictoriae sint. Namque etsi significatio ipsius $a-b$ vulgo data optime concipi possit, usque dum est $a>b$; expressio illa sensum haud am-

plius habebit, simulac est $a<b$. Committiturque paralogismus crassissimus, extendendo ea, quæ proprie nonnisi de iis casibus, ubi demendum minus quam diminuendum est, valent, generaliter ad alios quoque casus tractandoque postea talos complexus ut $-b$ (quae secundum definitionem nonnisi quantitatibus ipso b majoribus postpositae, seu adjunctae sensum habent) tanquam signa quantitatum.

Et sunt hoc modo definitae jam quantitates negativae ipsae vere impossibiles, seu tales non existunt. Atque eodem jure, si te demonstravisse credideris duos factores tam positivos quam negativos factum positivum producere, nec factores alius indolis praeter tales admiseris, utique recte contenderis, quantitatem, cujus quadratum negativum sit, seu radicem quadratam ex negativo prorsus impossibilem esse. At si ad talem complexum symbolorum, ut $\sqrt{-1}$, cui nullum objectum respondet (quasi imaginem absque originali), delapsus, theorematibus ut tuis certam generalitatem elegantiamque conciliare possis, tales complexus tamen retineas, operationibusque calculi subjicias — ipsum $\sqrt{-1}$ nonnisi tamquam rem omni ulteriori significatione carentem contemplando — effugium hocce non solum menti semper objectum suum intueri intuitivamque cognitionem assequi cupienti neutiquam satisfaciens est, sed omnimodo a soliditate geometrica abhorret dignitasque scientiae utilissimae certitudineque perfecta gaudentis hoc modo tanquam ludibrium inane, resultataque chimaeris superstructa merito dubiosa censerentur. Quid enim juvat scire vel potius quem sensum habet e. g. propositio, cuivis aequationi algebraicae ordinatae satisfieri posse per valorem incognitae talem $a+b\sqrt{-1}$ (designantibus a, b quantitates reales) dum ideam quâ res $\sqrt{-1}$ per quantitatem b multiplicari possit, fingere non potes? Et qui potes de resultati tui exactitudine convictus esse, dum in eliciendo illo impossibilia et non entia fictaque tamquam possibilia atque existentia veraque tractaveris? At metaphysica totius hujus argumenti longe alia est paullo inferius summa simplicitate exponenda quamvis remedium etiam his inconvenientiis modo sequenti haud difficulter affertur. Quantitates vulgo positivae dictae (ut, uti necesse est, ad fundamentum recurramus) nil aliud sunt, quam quantitates ipsae absolutae. Si jam (quâvis litera quantitatem deno-

tante) debeat esse $a+x=c$ ipso a minori: manifesto ex a demi debebit illi b quo a ipsum c superat, aequale; et si in hoc casu ipsum x per $-b$ denotes, [ita ut] $a+(-b)<a$, erit quidem omnino $-b$ tanquam quantitas ipsi a homogenea non existens: at si (quod potest) $-b$ denotet quantitatem quamcunque ipsi a heterogeneam, vel ipsum $-b$ (complexum seu materiam signorum — et b intelligendo) sit quantitas, e. g. si sint a, b durationes (tempora) et $-a$, $-b$ rectae, atque definitionem statuas, talem expressionem $a+x$, donec x cum a homogeneum fuerit, denotare ipsorum a, x summam (in sensu vulgari); si vero (ut casum $x=0$ brevitatis caussa hic praeteream) fuerit x ipsi a heterogeneum, tum $a+x$ denotet ipsum a ea quantitate diminutam, ad quam ita se habet x (geometrice) ut $-a:a$, siquidem 4-ta haecce proportionalis ad $-a$, a, x ipso a non major fuerit, secus autem ipsum x quantitate $-a$ diminutum: expressiones formae $-b$ omnino sensum habebunt, inque additione absque difficultate tractabiles erunt, modo b aliquod et ei respondens $-b$ figatur seu detur. Si nempe (brevius) 1 denotet quantitatem quamcumque (fixam) ejusdem generis cum a, -1 vero quantitatem arbitrariam (fixam) ipsi x homogeneam: $a+x$ designet a minus ipso x . 1, si sit hoc $<a$; et x minus a .-1, si sit x . $1>a$; in casu aequalitatis denique sit $a+x=0$.

Fas utique licitumque est, conceptus utvis construere (e. g. polyedron regulare a hexagonis clausum signo quolibet denotare, deque eo loqui) modo post datas definitiones nil inepte asseras. (Qua occasione tamen adnoto, sermonem de rebus, quarum realitas nondum constat quae adeoque forsan haud existunt, etsi nulla contradictio (logica) manifesta adfuerit, nonnisi hypothetice admissibilem inque scientia solida pro ineleganti atque prorsus inutili simplicitatique naturali contrariam reputandam). Et habent fundamentum omnes quae in mathesi (pura) nonnunquam vel inter viros magnae reputationis exortae sunt disputationes in notionibus obscuris. Ita e. g. certe nunquam Leibnitius ac J. Bernoullius tantum litem de existentia logarithmorum quantitatum negativarum movissent, modo notiones distinctas clarasque habuissent, anteque omnia (secundum praecepta logices) objectum disputationis clare fixissent.

Sed ne ut nimis longus fiam, veram naturae objecti nostri expositionem aggredior quae simplicitate, evidentiaque verbo omni respectu omnem scrupulum possibilem tollit, cuique satisfecerit, absque dubio nihil amplius eatenus desiderandum linquit. Res variis modis exponi (absolvi) potest, quos, ut a pluribus lateribus illustretur, omnisque quae hic desiderari potest lux objecto cardinali tam obscuro magnique momenti affundatur, non piget inutileque erit generalissimis contemplationis modis seorsim proferre.

Beilage B,

die Abhandlung vom Jahre 1837 enthaltend.

Fructus nonnisi maturi decerpendi.

Responsio ad quaestionem, discussionem dubii, num, et quibusnam conditionibus, quantitates vulgo pro imaginariis habitae, in geometria occurrentes construi possint necne, concernentem, ab Inclyta Societate Scientiarum Jablonowskiana Lipsiae anno 1837 motam.

§. 1.

Cum quaestio praesens nonnisi circa constructionem imaginariorum a geometris usurpatorum versetur: plus quam desideratur praestamus

1mo indolem (non solum imaginariarum sed) omnis generis quantitatum in calculo occurrentium, quaeque objecta speculationis esse possunt, sive potius modum, quo quantitates operationibus calculi subjici possunt, (summa brevitate) indigitantes (completam expositionem hujus rei, quae hic neque exspectatur neque ob brevitatem necessariam praestari potest, systemati totius scientiae reservantes);

2do definientes quid sub constructione quantitatum hac quidem occasione intelligi debeat;

3^tio^ denique decidentes num imaginaria construi possint aut secus?

§. 2.

Quantitas quaevis in se vel per se neque realis positivaque est, neque existentia rerum *(catenus quod, vel in quantum quidvis vel existit vel non existit)* gradus diversos modificationesque habet: sed possunt utique aequalia per locum, vel per tempus, vel per alias quasvis conditiones (qua-

rum ingens multitudo facillime excogitari potest), imo res eadem quoque *diverso respectu vel* ad diversas *res* relata (sive sortiatur nomina quoad has res aequalia sive non) distingui. E.g. secundum notiones vulgares sec $(x+2\pi)$ (designante π quadrantem pro radio 1, quod quidem inusitatum fuit) recta cum sec x identica est, quæ tamen, tamquam sec x, a se ipsa, tamquam sec $(x+2\pi)$ considerata, utique distingui potest, ita ut arcus fine in secantem cadente, secans haud inepte e.g. positiva dicatur, in casu contrario tamquam negativa spectata. *Aequalia diversis qualitatibus praedita esse possunt. Et similiter potest esse persona eadem simul et semel et pater et filius quoad diversas personas.* Et sunt denique complexus a et P; a et Q; a et R etc. manifesto omnes diversi, siquidem $P, Q, R, \ldots$ diversa denotent.

§. 3.

Ut rem summa generalitate amplectamur (materiae hactenus tam obscurae omne quod desiderari potest lumen affundentes), sit 1 quantitas certa (finita), e.g. duratio; $a, b, c, \ldots$ quantitates quaecumque huic 1 homogeneae, assumtisque quatuor characteribus

$$+, -, \dot{+}, \dot{-}$$

(ideoque solummodo non pluribus paucioribusve, quia ut satis apparebit, scopus disquisitionum plane 4 requirit) qui vel etiam signa rerum a quantitatibus tractatis diversarum esse possunt, vel omni ulteriori signifi- [2] catione carentes tamquam res substantivae considerari poterunt: designet quodvis ipsorum

$$+1, \quad -1, \quad \dot{+}1, \quad \dot{-}1$$

quantitatem certam arbitrariam cujusvis generis, e. g. durationem, rectam, portionem helicis etc., ita ut omnes hae 4 quantitates etiam heterogeneae evadere possint; designetque, quâvis literarum P, Q, R, S in hac disquisitione quodvis ipsorum $+, -, \dot{+}, \dot{-}$ denotante, Pa nil aliud quam $a \,.\, P1$ seu factum ex a in $P1$ (cujus posterioris significatio jam nota est), i. e. proportionalem 4tam geometricam ad $1, P1, a$; observando, quod quantitas eadem

a, diversis characteribus affecta ad quantitates omnino aliquo modo (juxta §. 2.) distinctas referatur.

Assumamus praeterea rem aliquam alius generis e. g. o, omnino substantivam, de nihilo enim nonnisi conceptus negativus est, nihilumque designare operationibusque subjicere, rem propius contemplando absurdum esse facile patet; nec ideo e.g. $a+o=a$ statui potest, quia in hoc casu ipsi a nil addendum est, hanc enim ob caussam necessario aeque statui deberet $\frac{a}{o}=a$. Tale examen accuratius protinus monstrat, etiam metaphysicam tractationis ipsius o hactenus omnino falso innixam fuisse fundamento.

Ceterum $P\,o$ designet nil aliud quam o; atque (siquidem voces consuetas retinere velimus) dici potest

$\dashv a$, a positive sumtum seu positivum;
$\vdash a$, a negativum,

quodvis ipsorum $\dashv a$, $\vdash a$, $\dashv\!\!\dashv a$, $\vdash\!\!\vdash a$; $\dashv$, $\vdash$; $\dashv\!\!\dashv$, $\vdash\!\!\vdash$ alterius oppositum;

porro dici possunt

$\dashv a$, $\vdash a$ realia,
$\dashv\!\!\dashv a$, $\vdash\!\!\vdash a$ imaginaria

(suntque revera imaginaria, simulac secundum notiones supra stabilita ssignis $\dashv$ vel $\vdash\!\!\vdash$ affecta tamquam realia spectari volunt; et similis contradictio seu impossibilitas est, si negativum (a positivo jamjam probe distinctum) simul pro positivo haberi vult; quidquid enim est nonnisi id quod est); denique tam signa realia $\dashv$, $\vdash$ inter se, quam haec (imaginaria) $\dashv\!\!\dashv$, $\vdash\!\!\vdash$ dicantur homogenea; signum reale atque imaginarium vero heterogenea. *Auch kann* $\dashv\!\!\dashv a$ *(sowohl als* $\vdash\!\!\vdash a$*) eine Nebengrösse (Stand) von* $\dashv a$ *(wie auch von* $\vdash a$*) heissen.*

§. 4.

Denotet $Pa\ Pb$, nempe complexus signorum Pa, Pb, quantitatem ex a et b constantem cum eodem signo (communi) P affec-

tam, sive quod eodem redit, quantitatem ex Pa, Pb compositam. Si autem Q sit ipsius P oppositum (§. 3.): denotet $Pa\ Qb$ seu $Qb\ Pa$ pro a, b inaequalibus, illud, quo majus ipsorum a, b minus superat, signo majoris acceptum; pro $a=b$ vero [3] rem 0 (§. 3.). Pro P, Q heterogeneis (§. 3.) autem designet $Pa\ Qb$ nil aliud quam complexum quantitatum Pa, Qb. Hi conceptus valent, usquedum neutrum ipsorum a, b est o; si vero alterum o sit: denotet $Pa\ Qb$ alterum cum signo praefixo, nempe $Pa\ Qo = Pa, Po\ Qb = Qb$.

Per talem expressionem denotatum, ubi P, Q heterogenea sunt, cum denominatio quantitatis ad complexus ex heterogeneis constantes minus idonee applicari potest, commode aptoque verbo dici potest status (Stand), denominatione innumeris casibus usitatâ (e. g. status thermometri etc.) sensu latiori in scientiam receptâ; et quidem mixtus, quamdiu nec a nec $b=o$; purus si vel a vel b (adeoque etiam si utrumque) $= o$, cujus distinctionis utilitas utique satis frequens est. Quo pacto conceptus generalis summae facile haberi potest.

§. 5.

Assumamus *praeterea* adhuc 4 alia signa

$$+,\ -,\ \dot{+},\ \dot{-},$$

designetque $+P$ nil aliud quam ipsum P; $-P$ ipsius P oppositum; porro sit

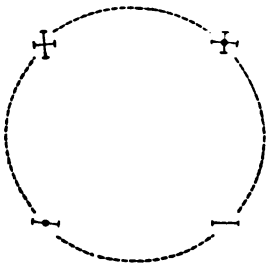
$$\begin{aligned} &+\dot{+}=\dot{+}, \quad +\dot{-}=-, \quad +-=\dot{-}, \quad +\dot{-}=\dot{+}; \\ &\dot{-}\dot{+}=\dot{-}, \quad \dot{+}\dot{-}=-, \quad \dot{-}-=\dot{+}, \quad \dot{-}\dot{-}=\dot{+}; \end{aligned}$$

quas regulas haud ingratum erit ex unica sequenti deducere.

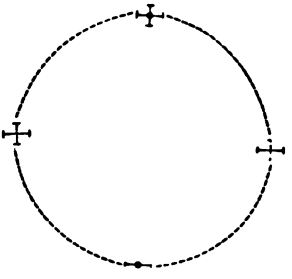
Condatur series

$$\dot{+},\ \dot{+},\ -,\ \dot{-}$$

repetaturque vicibus quotvis, sive (quod simplicius est) ponantur signa illa 4 ita in orbem ut ultimum i. e. $\dot{-}$ primum i. e. $\dot{+}$ excipiat e. g. hunc in modum



seu hoc modo



pariterque ordinentur

$$+,\ +,\ —,\ -\!\cdot\!-,$$

atque statuatur lex, quod si (cum $+$ et $+$ incipiendo, i. e. ipsis indicem 1 tribuendo) P sit terminus m-tus in orbe primo, $\mathfrak{P}$ vero n-tus in quocunque horum orbium (sive serierum in se redeuntium): $\mathfrak{P}P$ denotet terminum $(m+n-1)$-tum seriei prioris, sive cujus index est proportionalis 4ta arithmetica ad 1, m, n. Quo pacto (casus omnes percurrendo) facile statim nanciscimur 16 theoremata pro $\mathfrak{P}$ alicui ex $+$, $+$, $—$, $-\!\cdot\!-$ aequali totidemque pro $\mathfrak{P}$ aliquod ex $+$, $+$, $—$, $-\!\cdot\!-$ denotanti; quorum brevitatis gratia solummodo posteriora 16 et quidem in forma contractiori apponimus, nempe:

$$+\,+ = —\,— = +\,-\!\cdot\!- = -\!\cdot\!-\,+ = +;$$
$$+\,— = —\,+ = +\,+ = -\!\cdot\!-\,-\!\cdot\!- = —;$$
$$+\,+ = +\,+ = —\,-\!\cdot\!- = -\!\cdot\!-\,— = +;$$
$$—\,+ = +\,— = +\,-\!\cdot\!- = -\!\cdot\!-\,+ = -\!\cdot\!-.$$

Denique $\mathfrak{P}(Pa)$ seu $\mathfrak{P}Pa$ denotet $(\mathfrak{P}P)\,a$.

[4] §. 6.

Denotante porro $1'$ quantitatem quamlibet (ipsi 1 homogeneam aut non); a' vero $a.1'$: definiantur omnia Pa' (i. e. pro omnibus 4 valoribus seu significationibus ipsius P) prorsus simili modo ut §. 3. Pa definitum fuit. Quo posito denotet

$$(Pa'Qb')\ (RcSd)$$

summam (§. 4).

$$PRa'.cPSa'.dQRb'.cQSb'.d,$$

i. e. quovis ipsorum c, d, per quodvis ipsorum a', b' (per se ad unitatem propriam $1'$ relatum) multiplicato, atque cujusvis facti partialis signo e signis factorum juxta §. 5 determinato, summa omnium vocatur factum ex $Pa'Qb'$ in $RcSd$. Sic e. g. designantibus a, b homogenea, c, d item homogenea invenitur

$$\left(\frac{ac+bd}{cc+dd} + \frac{bc-ad}{cc+dd}\right)(c+d) = a+b.$$

§. 7.

Simplicissimum quidem est (quamquam id necessarium juxta §. 3. haud sit) omnes $+a$ etc. ipsi a homogeneas et aequales adsumere, perque locum distinguere. Acceptis exempli gratia 4 punctis a, b, c, b in tempore, denotanteque a durationem quamlibet, possunt $+a$ etc. durationes ipsi a aequales respective ex a, b, c, b incipientes denotare. Sed possunt etiam absque detrimento $+a$ etc. non ut quantitates, sed ut soli complexus ipsius a atque signorum praefixorum spectari, signaque haec nonnisi ad indicandos modos, quibus quantitates in calculo tractari debeant, introducta sunt.

§. 8.

Utile quoque erit conceptum logarithmi vulgarem vitiosum hac occasione corrigere, nec non conceptus caeteros ei affines modo unice recto stabilire.

Designante φx limitem seriei (formae notissimae)

$$1 + \frac{x}{1} + \frac{xx}{1.2} + \frac{xxx}{1.2.3} \text{ etc.},$$

pro quovis statu ipsius x (ut demonstrari potest) convergentis nomino x logarithmum ipsius ϕx, ϕx vero statum ipsi x tamquam logarithmo respondentem, seu breviter statum logarithmi x, designoque relationem hanc per

$$x = l\phi x.$$

Porro intellego per a^b nil aliud quam $\phi(bla)$, nominoque quemvis valorem hujus expressionis ipsius a potentiam exponentis b; a vero ipsius cujusvis a^b radicem exponentis b.

At logarithmi definitio generalis quae basi innititur (quod fit etiam apud ill. La Grange, imo apud omnes scriptores mihi notos) minus recta est. Etenim si b logarithmus ipsius c quoad basin a dicatur, simulac fuerit $a^b = c$: facile perspicitur, quod si Lc sit valor quivis [5] ipsius lc, et La valor quivis ipsius la, pro integris realibus quibusvis m, n, ipsum

$$\frac{Lc + 4m\pi}{La + 4n\pi} *$$

ipsius c logarithmum quoad basin a esse, quippe cum in

$$a^b = \phi(bla)$$

valori ipsius

$$la = La + 4n\pi$$

posito, c omnino unus valor ipsius a^b erit. At quamvis quaestio recta sit, omnes valores ipsius b assignare, per quibus valor aliquis ipsius a^b dato c aequalis est: attamen conceptus logarithmi generalis modo sequenti paullo subtiliori definiendus est, siquidem (ut alia incommoda praeteream) non etiam quantitatibus negativis imaginariisque logarithmos reales quoque tribuere mens est (esset nempe secus propter e. g.

$$16^{\frac{1}{4}} = +2, \; -2, \; +2, \; +2$$

---

* designante (juxta definitiones statim dandas) π arcum minimum cujus sinus $=1$.

manifesto $\frac{1}{4}$ log. quoad basin 16 quarumvis harum 4 quantitatum). Dicatur q ipsius $\psi(pq)$ logarithmus quoad modulum $\frac{1}{p}$ (posset dici quoad modulum p, interim hoc essentiale non est); quo pacto log. quoad mod. 1 idem erit sive congruet cum eo quod supra (simpliciter) logarithmum diximus.

Eodem modo appello limites serierum (semper convergentium)

$$1 - \frac{xx}{1.2} + \frac{xxxx}{1.2.3.4} \text{ etc.}$$

et

$$x - \frac{xxx}{1.2.3} + \frac{xxxxx}{1.2.3.4.5} \text{ etc.}$$

respective cosinum sinumque ipsius x, hoc vero arcum etc. (quae relatio etiam generalius concipi potest).

§. 9.

Cum expositio uberior hic haud locum habeat: transimus jam ad applicationes scientiae quantitatum ad geometriam, inter quas sequens tam quoad praegnantiam tam quoad insignem elegantiam eo magis primum locum meretur, quod jam in geometriae (sed haud vulgaris) limine occurrat.

In appendice tomi I libri, cui titulus:

Tentamen juventutem studiosam in elementa matheseos purae, elementaris ac sublimioris, methodo intuitiva, evidentiaque huic propria, introducendi, *Maros-V. anno 1832 appariti* traduntur formulae trigonometriae planae pro illo casu, quod si propositio, quam Euclides (judicio omnium geometrarum acutiorum) perperam sub forma axiomatis XI protulit, falsa esset (postea scientiâ spatii a dicto axiomate independenter stabilitâ). Nullo negotio vero ex eisdem formulis con-[6]sequitur esse

$$\sin + \frac{a}{i} = \sin a \,.\, \sin + \frac{c}{i},$$

$$\cos + \frac{c}{i} = \cos + \frac{a}{i} \cdot \cos + \frac{b}{i},$$

denotantibus a; b, c cathetos hypotenusamque, α angulum catheto a oppositum, denique i certam rectam ibidem definitam (in se et per se in suppositione praesenti determinatam); e quibus duabus aequationibus jam omnes reliquae trigonometriae planae fluunt. Has aequationes autem contemplanti patebit triangula rectangula plana et proin totum planum superficiemque ei aequidistantem (quales jam, ipse quoque in eandem theoriam incidens, ante multos abhinc annos hypersphaericas appellavi) prorsus simili modo ac superficiem sphaerae in calculo tractari posse, ita quidem, ut si quantitatem illam r, qua latera $\triangle$li rectanguli in superficie quavis undique uniformi existentis dividenda sunt, ut statui possit

$$\cos\frac{c}{r} = \cos\frac{a}{r} \cdot \cos\frac{b}{r},$$

e. g. parametrum hujus superficiei appellare placeat: parametri superficierum sphaericarum reales, parametri superficierum plano æquidistantium imaginariae (i. e. quantitates vere existentes cum signis $+$, $-$ affectae) evadunt; parameter plani $-i$ (pariterque $+i$) erit.

At potest res aliter quoque concipi. Posset *nempe, sed minus naturaliter, idonee, recte, simpliciter, eleganter,* etiam planum tamquam ad parametrum i pertinens considerari, atque rectae ipsae, in plano vicem arcuum circulorum maximorum subeuntes ut arcus imaginarii quoad parametrum i spectari: sed quo pacto (ut ostendi potest) parametris ipso i minoribus nullae superficies uniformes tales, quarum arcus, ad finem plane expositum, pro imaginariis haberi possent, respondent.

Ex ingenti multitudine disquisitionum elegantissimarum hoc argumentum gravissimum (i. e. geometriam absolutam ab XI. euclideo axiomate independentem) concernentium plura hic referre non licet. *Et equidem plane per hanc disquisitionem, hoc labore occupatus annis abhinc $\frac{1}{4}$ seculo fere, in theoriam veram imaginariorum incidi, acquisivi, tentavi.*

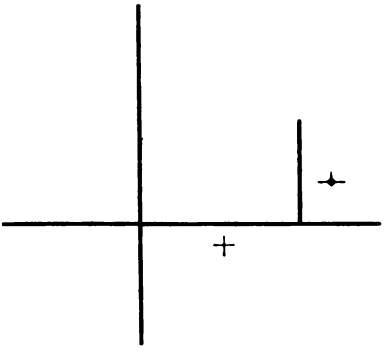
§. 10.

Quod constructionem quantitatum in geometria attinet, ea quidem (in sensu praesenti *in praecedentibus explicato)* pror-

sus ac simpliciter a voluntate nostra pendet; ut [7] facillime innumeri modi excogitari possint, quibus e. g. aequatio

$$y = fx$$

(denotante f functionem), sive locus geometricus ejus, generaliter status quosvis includendo, construi possit; *e. g. quod simplicissimum est:*



Respectu cujus rei solummodo observo, ratiocinium d'ALEMBERTIANUM, quo probari vult, in constructione aequationum vulgari, valores (ordinatarum, abscissarumque) positivos ac negativos ad partes contrarias axium coordinatarum applicari debere: nil ponderis habere falsumque esse, cum in hac re in se et per se nulla obligatio locum habeat.

§. 11.

Rite iis, quae hic exposita sunt, perpensis, nullum dubium superesse poterit

1mo quin solae *res adeoque et* quantitates revera existentes (vel, si materiales i. e. partes mundi corporei seu externi sint, saltem cogitabiles possibilesque) objecta speculationis *sanae* esse possint;

2do sponte defluet constabitque quantitates omnes in geometria *(alibive ubicumque)* occurentes omnino in intuitu exhiberi *seu* construique posse.

Scholion. Posito, quod licet, $+1 = 1$, erit *itaque* tam $+1 \cdot +1$ quam $-1 \cdot -1 = -1$, seu tam $+1$, quam -1

valor expressionis $\sqrt{-1}$; exhibebuntque $+1$, -1 omnes valores ipsius $\sqrt{-1}$, siquidem definitiones ita ut supra factum est adornare libuit. Nil enim impedit quin ponamus etiam $f1.f1 = f'1.f'1 = f''1.f''1$ etc. $= -1$; sed alias quam definitiones plane supra datas supponere non solum *superfluum — cum solis 4 jam adoptatis omnia reliqua genera exprimere licet — praetereaque haec 4 sustinent ad omnis generis quantitatum exprimendas* — inutile esset, sed etiam elegantia scientiae splendidissima eo offenderetur evanesceretque. Potest etiam p. 18 Demonstr. novae etc. Ill. Gauss 1799 conferri.

Denique observo, in theoriam imaginariorum libro §. 9. citato traditam, praeter quosdam alios etiam errorem sequentem irrepsisse. In tomi II. p. 362 ut et tomi I. p. LVI. definitio proportionis falso exprimitur, siquidem proprietates communes notissimae proportionis retineri volunt. Juxta illam definitionem enim esset, nostris signis

$$\pm 1 : +1 = +1 : \pm 1,$$

multiplicandoque omnes terminos statu quovis mixto (§. 4.) $a + b$, evaderet proportio

$$(a + b) : (-b + a) = (-b + a) : (a + b),$$

quod vero secundum regulam ejusdem auctoris proportio non est. Quae duo repugnant. *Ultimum juxta eundem auctorem haud esse proportionem vel inde patet, quod si* $b \backsim 0$: *idem*

$$\backsim (a : +a = +a : a)$$

adeoque est non proportio.

[8] Neque notiones imaginaria concernentes in Gött. Gel. Anz. p. 632 usque 638 traditas Ill^mi^ Gauss (salvo respectu summo Viro debito) pro satisfacientibus habere possum. Etenim

1mo quamvis omnino impossibile sit, majus de minori, deque 0 tale demere, quod in ipso deest; quantitatesque quarum quadratum negativum sit, nullis aliis quantitatum generibus quam positivis ac negativis admissis, evidenter exstare non possunt (conceptu ipsarum manifesto contradictionem involente): attamen juxta notiones supra perquam solide stabilitas patet e. g. etiam numerum negativum imagina-

riumque hominum utique realiter existentem reddi posse: p. 634 dictum itaque cum metaphysica vera rei non plane congruit.

2do Quid ibi sub relationibus intelligatur, non in intuitu exhibetur: attamen sensus totius disquisitionis summa concinnitate claritateque expositus hic esse videtur (saltem hoc modo luculentius apparens): si planum in quadrata aequalia dividatur, imo generalius absque omni divisione, si punctum in recta moveatur, dicatur via ejus positiva (seu directa), vel negativa (seu inversa), prout motus antrorsum vel retrorsum fit; si vero in rectam ad primam rectam perpendicularem deviet (unde postea item directioni primae aequidistanter moveri potest etc.): habeatur via pro imaginaria (seu laterali) cujus item duae species dantur. Quomodo enim aliter negativae relationes (ut ibi exprimitur) per positivas per se jam determinatae sint, haud apparet.

Interim etiam contra hanc expositionem sequentia objicio:

1mo notiones dextri, sinistri, supra, infra etc. non determinabantur, relativae sunt, et tamquam minus geometrica hic evitari debent possuntque;

2do haud concipitur, quomodo ad conclusionem, *et quo sensu*, [perveniatur] quod $+i$ (ut et $-i$) sit proportionalis media inter $+1$ et -1, imprimis quod antea proportio generaliter definita haud sit, ac etiam rhombi pro quadratis sumi possunt.

3^{tio} expositio haec innititur veritati axiomatis XI. dubiosae contemplationique spatii in Arithmetica evitandae; cui priori quidem incommodo facile remedium afferi potest, sumendo (ut brevis sim) superficiem sphaericam radii infiniti, quam parasphaericam appellare licet;

4to (ut loca minoris momenti praeteream) phrasis: quod alia genera quantitatum in scientia quantitatis admitti non possint, haud probanda est: supra enim satis luculenter ostenditur quantitates quidem (pro lubitu) quotvis generum introduci posse, sed solum modo non debere;

5to denique contemplatio talis rei perquam angusta specialisque est.

Beilage C.

die spätere Bearbeitung von § 10 der vorhergehenden Abhandlung enthaltend.

Quod rem propius contemplando constructionem quantitatum realium imaginariarumque in geometria alibive occurentium attinet, modus quidem hujus constructionis in sensu praesenti seu in praecedentibus explicato prorsus ac simpliciter omnino nonnisi a voluntate, pacto, conditione, conventione nostra pendet, ita, ut facillime innumeri modi talis constructionis excogitari possint, quibus e. g. aequatio

$$y = fx,$$

denotante «fx» functionem quemvis datam seu determinatam ipsius x, seu «f» signum functionale seu existente $fx \eqsim$ * functioni cuidam ipsius x, sive ut dicunt, locus geometricus seu significatio vel exhibitio geometrica seu in spatio hujus aequationis, et quidem generaliter quantitates quaevis formae $a+b$, ubi a, b reales quaevis vel etiam $=0$, adeoque quaevis ipsarum positivae vel negativae, vel etiam ipso o aequalis est, includendo — sub quam formam autem per praecedentia et juxta pro fundamentis posita jam necessario quantitas quævis in mathesi vel ejus totius ambitu occurrens vel se offerre potens construi possit: cujus quidem constructionis modos vel exempla simplicissima utilissima elegantissimaque sunt sequentia; observando vel praemittendo ante omnia observationem (dicam tamen respectu hujus rei, haud supprimere licet observationem) ratiocinium d'Alembertianum quo probari vult vel probare conatur vir illustris in constructione aequationum vulgari pro valoribus nempe

* [Signum $\eqsim$ est identitatis. Stäckel.]

variabilium nonnisi realibus peragendam seu efficiendam, valores abscissarum ordinatarumque positivas ac negativas ad plagas contrarias axium coordinatarum applicari debere, ita absolute enunciatum sine adjectione alius conditionis vel postulati vel restrictionis nil ponderis (in praesenti rei statu) habere, imo omnino falsum esse, cum in hac re in se et per se quidem nulla obligatio sive restrictio locum habere potest.

Beilage D,

ein Stück der Einleitung zu den Principia doctrinae novae enthaltend.

Cum quaestio Inclytae Societatis Scientiarum JABLONOWIANAE nonnisi circa constructionem imaginariorum a geometris usurpatorum versetur, deque conceptu ipso claro, distincto seu aequo vel justo talium entium seu rerum, sive quidnam sub iisdem jure meritoque seu recto intelligi possit debeatque, sive definitio eaque clara entis ac conceptus, de quibus sermo est, quod vero, more praelucentis seu face praeeuntis Patris et summi magistri EUKLIDIS necessario toti disquisitioni praemitti sive hanc praecedere debet, in eadem quaestione neque sermo est: manifesto plus quam ibidem desideratur præstabimus

1) Conceptum seu naturam seu indolem seu essentiam vel metaphysicam, et quidem unice veram seu rectam ipsam quoque, et quidem non solum imaginariorum, sed ut par est, reique natura, nexus et affinitas postulat, eâque etiam commodissima fit vel effici potest debetque, simul etiam realium, verbo eatenus vel hoc respectu omnis generis quantitatum in calculo occurentium, quaeque objecta speculationis seu disquisitionis purae vel analyticae esse possunt, sive potius vel rectius modum, quo quantitates (cum de non-entibus, imo plane impossibilibus seu chimaeris serio plus loqui vel tractare, quam enunciare eadem existere haud posse, non-nisi insanum, ad minimum ridiculosum seu risum movens vel jocosum ac inutile seu sterile et verbis abusus esset, inde tuto nil aliud enasci seu resultari potest, expressionesque tales vagae seu inanes seu ineptae, ut facile perspici seu penetrari potest, solummodo circumstantia ea, quatenus vel qualiter ipsae in calculo tamquam expressiones quantitatum realium

tractandae sunt, adeoque non-nisi fortuito incertoque seu dubitato seu dubio obnoxie ad resultata perducunt) utique semper reales, operationibus calculi sive analyticis subjici seu tractari sive in calculum introduci seu eum ingredi queant debeantque, partim summa qua potui brevitate, partim et prolixius indigitantes, completam doctrinarum praegnantissimarum huc pertinentium vel hac materia connexarum vel huic rei affinium illamque si id fieri posset adhuc semper magis magisque illustrantium expositionem, qui hic neque exspectatur, neque ob seu propter brevitatem necessariam, cum hocce quidem loco tantum modo essentiam evolvere fundamentaque doctrinae de imaginariis ponere scopus principalis originariusque sit, praestari potest, systemati totius seu integrae scientiae sive scientiarum omnium nobis reservantes;

2) definientes quid sub constructione quantitatum hocce quidem loco seu respectu seu hac occasione intelligi debeat;

3) denique decidentes num imaginaria in geometria alibive occurrentes construi possint aut secus, et si ita quibusnam conditionibus vel in quantum et quomodo vel qualiter vel qua ratione hoc fieri vel exsequi possit debeatque; praeterea

4) conceptus fundamentales cardinalesque gravissimi momenti analyseos sic dictae sublimioris, adhucdum perquam vagas, vel non modo debito stabilitas, imo nonnunquam repugnantes, a quibus vero claritas, rigor seu praecisio, elegantiaque totius praecipue seu praesertim dependet, semel pro semper solide modoque quoad generalitatem, ut demonstrabimus, unice recto seu directo, naturali, simplicissimo elegantissimoque stabilientes; tum

5) pro summa castitate sanctitateque veritatis, opinionem imo criticam, seu recensionem seu examen, partimque refutationem theoriae imaginariorum in Tentamine traditae, insufficientiamque seu non-idoneitatem theoriae Ill^mi^ Gauss examini castigationique rigorissimae Publici Lectorisque penetrantis capacemque se sentientis subjicientes;

6) si quidem dissertatio praesens haud in nimiam molem excrescet, coronidis loco applicationes quasdam easque satis vel maxime singulares seu ejusdem generis unicas, scientiae quantitatum

·ae seu universalis seu generalis seu analyseos ad geometriam ɔonentes; denique

7) decisionem vel judicium Inclytae Societatis Scientiarum b l o n o w i a n a e super tres dissertationes quaestionem praesen-ı tractantes Societatique traditas pro notitia etiam adnectentes: ɔd negotium seu argumentum jam statim seu illico aggre-ıur.

17.

ÜBER DIE DURCH TORSION VERURSACHTE VERÄNDERUNG DES ELEKTRISCHEN WIDERSTANDES VON METALLDRÄHTEN.

Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doctorwürde.

Von COLOMAN v. SZILY junior.

I.

Der elektrische Widerstand eines Körpers ist die Function aller den physischen Zustand des Körpers bestimmenden Factoren. Ausser Acht gelassen jenen complicierten Zusammenhang, welcher zwischen dem Widerstand und der Form und den Dimensionen des Körpers existiert, erscheint der elektrische Widerstand als die Constante der Materie in physikalischem und chemischem Sinne. Ändert sich die Materie in einem oder anderem Sinn, so ändert sich auch der Werth dieser Constante. Welche Veränderung der Constante, des *specifischen elektrischen Widerstandes* die Veränderung des Körpers begleitet, kann nur auf experimentalem Wege festgestellt werden.

Wenn wir uns bloss auf die festen Leiter beschränken, so ist ohne Zweifel die Veränderung des Widerstandes als Function der Temperatur am wichtigsten. Auf diesem Gebiete wurden schon zahlreiche Forschungen angestellt, unter welchen die von Dewar und Flemming am beachtenswerthesten sind.

Viel weniger eingehend wurde jene Veränderung des Widerstandes untersucht, welche mechanische Veränderung der Materie der Metalle begleitet. Unter mechanischer Veränderung ist eine durch Ausglühen, Stählen, Spannen, Zusammendrücken, Torsion,

Biegen hervorgebrachte Veränderung zu verstehen. In allen diesen Fällen verändern sich die zwischen den Körperelementen wirkenden inneren Kräfte, die Verhältnisse der Elasticität, und aus rein wissenschaftlichem Standpunkt ist die Untersuchung dessen von Interesse, was für eine Function der elektrische Widerstand der oben erwähnten äusserlichen mechanischen Veränderungen ist, da so erhofft werden kann auf den zwischen dem Widerstand und den inneren physischen Kräften bestehenden Zusammenhang Folgerungen zu ziehen.

Die hierauf bezüglichen, nicht eben zahlreichen Forschungen zeigen aber keinen erfreulichen Erfolg und scheinen sogar zu beweisen, dass von Regelmässigkeiten von allgemeinem Werthe überhaupt keine Rede ist. Verhältnissmässig am eingehendsten wurde noch die Widerstandsveränderung der Metalldrähte beim Dehnen durch Mousson, Lord Kelvin, doch besonders durch Tomlinson* untersucht und hiebei fand man auch die meisten Regelmässigkeiten.

Alle diese Erfahrungen sind nicht dazu geeignet, um jemanden zu neuen Versuchen anzueifern. Es ist mir jedoch aufgefallen, dass mit der durch die Torsion verursachten Veränderung des Widerstandes sich bisher noch niemand eingehender befasste. In der ganzen Litteratur fand ich nur Gerosa's** Abhandlung, der sich mit der durch die verschiedenen mechanischen Wirkungen hervorgebrachte Veränderung des Widerstandes befassend, auch die Wirkung der Torsion nicht ausser Acht liess. Von dieser erwähnt er aber nur wenig, es gelang ihm blos zu constatieren, dass der Widerstand bei der Torsion wächst, bei der Retorsion aber kleiner wird, und dass er bei der Detorsion, welche der Torsion folgt, seinen ursprünglichen Werth nicht wiedergewinnt, eine nähere Regelmässigkeit fand er aber nicht. Wenn wir aber bedenken, dass einerseits der elektrische Widerstand mit den Elasticitätsverhältnissen des Körpers in Zusammenhang sein muss, an-

---

* Tomlinson: Phil. mag. XVII. p. 400.

** Gerosa: Sulla Variazione nella Resistenza elletrica di un filo metallico in relazione ad alcuni disturbi provocati ne suoi sistemi molecolari. Nuovo Cimento (3) XIV. XV.

dererseits aber diese Elasticitätsverhältnisse bei der Torsion, wenigstens in den Grenzen der Elasticität einfach sind, so müssen wir daraus schliessen, dass auch die durch Torsion verursachte Widerstandsveränderung einer einfachen Regelmässigkeit huldigt. Das hat mich bewogen mich mit hierauf bezüglichen Versuchen zu befassen.

Die Messungen wurden im Pariser «Laboratoire de Recherches Physiques» angefangen und zu Zürich, in Institute des hochverehrten Herrn Professors H. F. Weber wo ich die Versuche in einem unterirdischem Raume, in welchem die Temperatur bis auf 0·1 C° constant war, angestellt habe, fortgesetzt. Die durch die Torsion verursachten Widerstandsveränderungen trachtete ich vor allem eingehend an solchen Stoffen festzustellen, bei welchen der Einfluss unbedeutender Temperaturschwankungen unbemerkbar und unmessbar gering ist, also an dem *Constantan* und dem *Manganin*.

II. Methode der Messungen.

Bei der Anordnung der Versuche musste ich zwei Dinge im Auge behalten, dass nämlich erstens die Messung mit der möglich grössten Genauigkeit gemacht werde, und zweitens dass jeder störende Einfluss, jede nicht beachtbare Schwankung der im Systeme vorkommenden Widerstände vermieden werde. Bei der Durchführung der Messungen bediente ich mich der durch Kirchhoff umgestalteten Form der Wheatstone'schen Anordnung, bei der also nicht 4, sondern 6 Widerstände in den Zweigen vorkommen. Das Wesen der Anordnung bestand im Folgenden. Ein anderthalb Meter langer Constantandraht war neben einer mit Millimetereintheilung versehenen Skala horizontal gespannt; bei den Punkten der Skala 0. und 1500. waren dicke Kupferdrähte an das Constantan gelöthet, welche mit je einem Kasten von grossem Widerstand den Contact hervorbrachten, nach dem einen grossen Widerstand folgte ein kleine Widerstände hervorbringender Kasten, nach dem anderen aber der zur Torsion bestimmte Draht, wofür dieser Letztere mit einem Kasten verbunden war. Am gespannten Messungsdraht befand sich ein mit leichter Reibung verschiebbarer Schlitten. Das Galvanometer war zwischen die beiden grossen

Widerstände geschlossen; der Schlitten, der zur Torsion bestimmte Draht und der Knotenpunkt des Kastens von kleinem Widerstand waren mit der Stromquelle einer aus drei DANIELL'schen Elementen bestehenden Batterie verbunden.

Zur Herstellung der Verbindung dienten 3 mm dicke Metalldrähte, während die Knotenpunkte der verschiedenen Zweige ausschliesslich Quecksilber bildete, dass der Contact überall möglichst vollkommen und constant sei. Auch für die Isolierung von der Erde wurde gesorgt und zwar so, dass während der Dauer einer Versuchsreihe, während 4—5 Stunden, eine absolute Unveränderlichkeit stattfand. So konnten die Zahlen der Versuchsreihen, obgleich sie nicht die absoluten Werthe des Widerstandes gaben, doch relativ genommen mit einander streng verglichen werden, so dass sie die *Veränderung* des Widerstandes des geprüften Drahtes sicher festgestellt werden konnte, was ja die Hauptsache ist.

Bei den Versuchen benützte ich ein LORD KELVIN'sches Galvanometer von geringem Widerstand mit vier Rollen, deren gesammter Widerstand 5·8 Ohm war.

Der zur Untersuchung bestimmte Draht wurde vor den Versuchen sorgfältig ausgeglüht, dass jede Ungleichheit ausgeglichen werde. Dann wurde er mit dem einen Ende an eine durch einen Ebonitpfropf durchgezogene dicke Kupferstange angelöthet und in eine in verticaler Lage befestigte 3·5 m lange Kupferröhre versenkt, in deren oberen Öffnung der Ebonitpfropf sich presste und bei der oberen Löthung die Unbeweglichkeit des ganzen Systems sicherte. An das aus der Röhre herausstehende untere Ende des Drahtes löthete ich einen 2 kg. schweren Kupfercylinder, der den Draht spannte. Die Torsion des Drathes geschah durch das Drehen des Cylinders mit der Hand.

Endlich muss ich noch über den Gang der Messungen selbst berichten.

Da ich einerseits trachten musste, dass die einzelnen Widerstandsmessungen je kürzere Zeit in Anspruch nehmen, andererseits aber bei einem Galvanometer von grösserer Empfindlichkeit das Aufsuchen der am Messungsdrahte der Null-Ausweichung entsprechenden Lage so zu sagen unmöglich ist, wurde diese Null-Lage mittels Berechnung festgestellt. Ich suchte nämlich jene zwei

aufeinander folgenden Theilungspunkte der in Millimeter getheilten Skala des Messungsdrahtes, bei denen die entsprechenden Galvanometerausweichungen von entgegengesetzer Richtung sind; aus dem Werthe dieser beiden Ausweichungen wurde die der Null-Ausweichung entsprechende Lage auf Grund der Voraussetzung ausgerechnet, dass die Intensität des in der Nähe der Null-Lage des Messungsdrahtes durch den Galvanometer fliessenden Stromes, d. h. die mit dem Fernrohr beobachtete Skalenausweichung mit der Entfernung des beweglichen Contactes von der Null-Lage proportional ist.

Um beurtheilen zu können in wiefern die in dem Ferneren mitgetheilten Zahlen glaubwürdig sind, soll noch Folgendes erwähnt werden. Die eigentlichen Messungen konnte man nie unmittelbar nach Einschaltung des Drahtes anfangen; die mit dem Einschalten unvermeidlich verbundenen Biegungen und Erschütterungen hatten nämlich zur Folge, dass der Widerstand des Drahtes anfangs gar nicht beständig war, aber mit der Zeit eine langsame Veränderung zeigte. Nach ein-zwei Tagen aber nahm der Draht schon einen endgiltigen Widerstand an, was aus der vollständigen Beständigkeit der Schwingungen des Galvanometers zu sehen war. Diese Beständigkeit zeigt auch, dass das System von der Temperatur gänzlich unabhängig ist.

III. Resultate der Versuche.

Nach Voraussendung des oben Gesagten sehen wir nun, was für Resultate die Versuche ergaben. Zu erst führen wir die Versuche bezüglich des Constantandrahtes an, und zwar vor allem die in dem Falle eines gewissen Querschnittes erscheinenden Widerstandsveränderungen, dann die Abhängigkeit dieser Veränderungen von dem Querschnitt, endlich aber die Ausbreitung der Messungen auf Drähte, welche wegen der Grösse ihres Ausdehnungscoëfficienten einer anderen Messungsmethode bedürften.

Der Diameter des Querschnittes der in der ersten Gruppe vorkommenden Constantandrähte war nahezu $\frac{1}{2}$ mm., genau 0·46 cm., der Widerstand 10·5 Ohm. Dass man die Widerstandsveränderungen mit der Genauigkeit von nahezu 1 Milliontel messen könne,

war jeder der Hilfswiderstände 50 Ohm und die Empfindlichkeit des Galvanometers wurde so reguliert, dass 1 mm Verschiebung an dem beweglichen Contacte am Messungsdraht, in der Gegend der Gleichgewichtslage ein Unterschied der Galvanometerausweichung von 50 Skalentheilen entspreche. So konnte man also, den Contact an einem gewissen Punkt des Messungsdrahtes unverändert lassend, durch Beobachtung der Galvanometerausweichungen bei den aufeinander folgenden Widerstandsveränderungen die entsprechende Gleichgewichtslage am Messungsdrahte mittels Berechnen auf $\frac{1}{50}$ mm. bestimmen.

In der folgenden Tabelle (siehe pag. 304), theile ich eine ganze Reihe von Beobachtungen mit, um die Methode des Berechnens der Widerstandsveränderung klar ersichtlich zu machen.

Ich muss bemerken, dass in den berechneten Widerstandswerthen die letzte Ziffer, als die, welche die milliontel Theile giebt nicht mehr ganz genau ist, da bei der Ausweichung des Galvanometers die Veränderung von einem Theile überhaupt den Werth der letzteren Ziffer um eine Einheit verringert. Diese Messungsreihe wiederholte ich öfter unter denselben Umständen an frischen Drähten und die Resultate stimmten genügend überein; der Gang der Veränderung des Widerstandes war bei jedem streng derselbe, und die entsprechenden Werthe waren nur in der letzten Ziffer verschieden, was hauptsächlich von dem geringen Unterschiede im Grade der Ausglühung verursacht wurde. Einigemale kam es vor, dass der Widerstand einen gänzlich ausserordentlichen, allzugrossen oder allzukleinen Werth zeigte. Da aber diese Fälle nur sporadisch vorkamen und in ihrem Auftauchen gar keine Regelmässigkeit zu beobachten war, so muss als ihre Ursache entweder ein äusseres störendes Moment, oder aber die durch die Torsion hervorgebrachte eventuelle Erschütterung betrachtet werden. (In der mitgetheilten Tafel kommt zufällig kein solcher ausserordentlicher Werth vor.) Wir müssen unsere Tabelle noch mit einem Beitrag ergänzen. Da schon in vorhinein zu erwarten war, dass die Widerstandsveränderung mit den Elasticitätsgrenzen des Drahtes in irgend einer Verbindung sein wird, habe ich noch vor den elektrischen Messungen bei jedem Draht die Grenze der

Torsionswinkel	Stelle des Contactes am Messungsdrath	Ausweichung des Galvanometers	Berechnete Stelle des Contactes	Widerstand	Widerstandsveränderung Wi—Wo	Widerstandsveränderung Wi—Wi-1
	Mm.		Mm.	Ω	Ω	Ω
0	750	19	749·61	10·60020	—	—
1.2π	«	22	749·56	10·60022	0·00002	0·00002
2.2π	«	24	749·52	10·60024	0·00004	0·00002
3.2π	«	27	749·46	10·60026	0·00006	0·00002
4.2π	«	35	749·30	10·60035	0·00015	0·00009
5.2π	«	44	749·12	10·60044	0·00024	0·00009
6.2π	«	53	748·94	10·60053	0·00033	0·00009
7.2π	«	61	748·78	10·60061	0·00041	0·00008
8.2π	«	70	748·60	10·60070	0·00050	0·00009
9.2π	«	79	748·42	10·60079	0·00059	0·00009
10.2π	«	93	748·14	10·60092	0·00072	0·00013
11.2π	«	106	747·88	10·60105	0·00085	0·00013
12.2π	«	121	747·58	10·60119	0·00099	0·00014
13.2π	«	138	747·24	10·60137	0·00117	0·00018
14.2π	«	156	746·88	10·60155	0·00135	0·00018
15.2π	«	177	746·46	10·60176	0·00156	0·00021
16.2π	«	200	746·00	10·60198	0·00178	0·00022
17.2π	«	222	745·56	10·60220	0·00200	0·00022
18.2π	«	245	745·10	10·60243	0·00223	0·00023
19.2π	«	269	744·62	10·60267	0·00247	0·00024
20.2π	«	295	744·10	10·60293	0·00273	0·00026
21.2π	«	321	743·58	10·60319	0·00299	0·00026
22.2π	«	346	743·08	10·60344	0·00324	0·00025
23.2π	«	376	742·48	10·60373	0·00353	0·00029
24.2π	«	405	741·90	10·60402	0·00382	0·00029
25.2π	«	436	741·28	10·60432	0·00412	0·00030

Elasticität, d. h. die maximale Torsion bestimmt, welche keine beständige Deformation verursacht. So war dies bei dem vorigen Draht mit grosser Annäherung $3 \cdot 2\pi$, da der Torsionswinkel 4°, also sehr klein war und darum keine bleibende Deformation verursachte.

Ich stellte auch noch eine längere Reihe von Messungen an, deren Resultate ich aber wegen dem Mangel an Raum hier nicht mittheile.

Nach dem Beweise dieser Messungen wächst der elektrische Widerstand mit dem Torsionswinkel, doch nicht proportional, sondern viel rascher, so das während im Anfange die Veränderung blos der einige millionte Theil des ursprünglichen Werthes ist, es bei dem Torsionswinkel von $40 \cdot 2\pi$ schon beinahe den tausendsten Theil ausmacht. Wenn wir bei jedem Draht auch die Grenze der Elasticität in Betracht ziehen, sehen wir, *dass innerhalb der Elasticitätsgränze der Widerstand mit dem Torsionswinkel proportional wächst, nach Überschreiten dieser Grenze aber der Widerstand schon rascher wächst.** Es ist aber auch weiter charakteristisch für die Widerstandsveränderung, dass die Reihe in einzelne Gruppen getheilt werden kann, innerhalb welcher die Proportionalität zwischen Widerstand und Torsionswinkel besteht, doch ist der Factor der Proportionalität in jeder Gruppe grösser. Demzufolge ist die Curve der Widerstandsveränderung, wenn wir die Torsionswinkel als Abscissen und die mit dem Anfangswerthe verglichenen Widerstandsveränderungen als Ordinaten betrachten, eine *aus geraden Stücken zusammengesetzte gebrochene Linie*, bei dem die aufeinanderfolgenden Geraden immer steiler werden.

Dies alles kann natürlich nur bei dem Grade der Genauigkeit bestehen, den mir zu erreichen gelang. Ich weiss wohl, dass eine derartige Darstellung der Erscheinung, das Vorkommen von Winkelpunkten in der Curve, dem allgemeinen physikalischen Standpunkt welcher nicht nur in der Function selbst, sondern auch im Differentialquotienten Continuität erfordert, nicht entspricht; doch mit Rücksicht darauf, dass im vorliegenden Fall schon die

* Also gerade umgekehrt, wie beim Dehnen.

millionten Theile umbestimmt sind, und noch mindestens die zehmillionten Theile nöthig wären, um den eigentlichen Gang der Veränderungscurve darstellen zu können, finde ich die Darstellung der Veränderung in so annähernder Weise für erlaubt. Ausserdem spricht aber auch ein wichtigerer Grund für eine solche Darstellung der Erscheinung; wir werden nämlich sehen, dass die Elasticitätsgrenze auch vom Standpunkt dar Widerstandsveränderung sozusagen ein Grenzpunkt ist, da wenn wir bei demselben Draht die Grenze der Elasticität weiter hinausschieben, auch die erste Proportionalitätsreihe dem entsprechend grösser wird.

Dies führt uns aber schon in den zweiten Abschnitt der Forschungen hinüber, in welchem ich suchte, inwiefern die von der Torsion verursachte Veränderung der Zeit gegenüber eine Beständigkeit zeigt, und inwiefern die durch die starke Torsion hervorgebrachte Veränderung der Elasticitätsverhältnisse auf die Widerstandveränderungen einen Einfluss ausübt. Zu dem Zweck theile ich die lange Versuchsreihe mit, welcher ich einen Draht unterzog, und aus der die Regelmässigkeit der auftretenden Veränderungen am klarsten ersichtlich ist. Im Anfangszustande des Drahtes waren die den Widerstand charakterisierenden Daten die folgenden:

Stelle des Contactes am Messungsdraht: 894 mm.

Ausweichung des Galvanometers: 120.

Widerstand: 9·93400 Ω.

Nun drehte ich den Draht plötzlich um $5 \cdot 2\pi$ und beobachtete die Ausweichungen des Galvanometers 40 Minuten lang. So jetzt, wie auch in den sämmtlichen hierauf folgenden ähnlichen Fällen, erfolgte das Ablesen des Galvanometers nach je zwei Minuten. Die Daten des Drahtes waren:

Stelle des Contactes am Messungsdraht: 894 mm.

Widerstand in Anfang: 9·93433 Ω.

Widerstand am Ende: 9·93430 Ω.

Widerstandsverringerung: 0·00003 Ω.

Dann liess ich den Draht sich aufdrehen. Die Deformation betrug 60°.

Widerstand im Anfang: 9·93427.

Widerstand am Ende: 9·93415.

Widerstandsverringerung: 0·00012.

Von der neuen Gleichgewichtslage gerechnet, erlitt nun der Draht auf einmal ein Torsion von $20 \cdot 2\pi$. Die hierauf bezüglichen Beobachtungen gaben die folgenden Daten:

Stelle des Contactes am Messungsdraht: 892 mm.

Widerstand im Anfang: 9·93684 Ω.

Widerstand am Ende: 9·93679 Ω.

Widerstandsverringerung: 0·00005 Ω.

Nach der Retorsion war eine Deformation von $10 \cdot 2\pi$ zu beobachten.

Zwei Tage später unterzog ich den Draht einer Torsion nach 2π, dann liess ich ihn 6 Wochen lang in Ruhe hängen, wonach eine neue Torsionsreihe folgte. Nach zwei Tagen vollführte ich dann die letzte Torsionsreihe.

Aus den Daten, die diese Versuche ergaben, kann man nunmehr die folgenden Folgerungen ziehen.

Was vor allem die Veränderung mit der Zeit betrifft, so *bleibt der Widerstand des verdrehten und gefangen gehaltenen Drahtes nicht beständig, sondern zeigt mit der Zeit eine ausserordentlich langsame, jedoch entschiedene Verringerung.* So verringert sich auch der Widerstand des retordierten und deformierten Drahtes, doch viel rascher, als im vorigen Fall, was zweifellos den Grund hat, dass der Draht keinem äusserlichen Zwange unterworfen ist und daher ganz frei das Erreichen der Gleichgewichtslage anstreben kann.

Was das Übrige betrifft, erwähne ich vor allem jene bekannte Eigenschaft der elastischen Körper, dass, wenn sie ihre Elasticitätsgrenze übertreffend in Anspruch genommen und danach wieder frei gemacht worden sind, in dieser neuen, deformierten Gleichgewichts-Lage die Grenze der Elasticität weit hinausgeschoben erscheint, und diese Hinausschiebung bei wiederholten starken Belastungen in gesteigertem Maasse so lange fortdauert, bis endlich der Körper reisst. Mit diesem Verhalten sehen wir den Gang des elektrischen Widerstandes ganz im Einklang. Während die Elasticitätsgrenze des in natürlichen Umständen sich befindlichen Constantandrahtes und das Ende des ersten Abschnittes der Widerstandsveränderung, bei den angewendeten Dimensionen,

um den Torsionswinkel von $2 \cdot 2\pi$ oder $3 \cdot 2\pi$ ist, dauert der erste Widerstandsabschnitt bei dem in Vornhinein stark (um $20 \cdot 2\pi$) gedrehten und eine Deformation von $10 \cdot 2\pi$ erlittenen Draht bis $7 \cdot 2\pi$ und so ist mit Recht zu erwarten, dass auch die Elasticitätsgrenze in dieser Gegend ist. Der directe Versuch erwies auch dies.

Was endlich das Gebahren der deformierten Drähte über die Elasticitätsgrenze hinaus angeht, ist hier der Charakter der Widerstandsveränderung derselbe, als bei dem natürlichen Draht, doch vollzieht sich das Wachsen des Widerstandes viel langsamer.

Das bisher Gesagte bezieht sich alles auf Constantandrähte von ein und demselben Querschnitt. Nun ist noch übrig zu untersuchen, *was für eine Rolle der Querschnitt hat.* Hiefür zog ich den in den vorigen Versuchen benützten Draht von $\frac{1}{2}$ mm. auf 0·39 mm. aus, glühte denselben sorgfältig aus und unterzog ihn einer bis auf $40 \cdot 2\pi$ gehenden Versuchsreihe. Das Wachsthum des Widerstandes war nun so langsam, dass es bei den ersten Torsionen gar nicht constatiert werden konnte. Naturgemäss konnte auch der Einklang mit der Elasticitätsgrenze nicht so klar beobachtet werden. Die Elasticitätsgrenze war, nach einer unmittelbaren Bestimmung, innerhalb von $10 \cdot 2\pi$. Auch habe ich beobachtet, dass die durch die Torsion verursachte Widerstandsveränderung in viel stärkerem Maasse wächst, als der Querschnitt.

Nach den Erfolgen der an dem Constantandraht gemachten Versuche gehe ich nun auf den anderen Theil dieser Arbeit über: auf das Ausdehnen dieser Versuche auf die gewöhnlichen Metalle. Als Übergang untersuchte ich erst Drähte von *Neusilber* und *Nickelin*, deren Ausdehnungscoëfficienten vom Standpunkte der gewöhnlichen Praxis noch sehr klein sind. Ich musste aber einsehen, dass die bei dem Constantandraht angewandte Methode sich hier wegen der fortwährenden Temperaturveränderung, die mit dem Thermometer gar nicht gemessen werden konnte, doch den Werth des Widerstandes von Minute zu Minute änderte, nicht bewähren kann. Ich musste also die Empfindlichkeit bis auf die Hunderttausendstel verringern. Nun war zwar der Temperaturwechsel nicht so störend, doch konnte anderseits auch die Widerstandsveränderung nicht von Schritt zu Schritt bestimmt werden, da bei den ersten Torsionen absolute Beständigkeit, später

aber ein nicht mehr zuverlässiges Wachsthum des letzten Decimalen sich zeigte. Hieraus war in Ganzem so viel ersichtlich, dass auch bei diesen Drähten eine Veränderung von derselben Art und beiläufig von derselben Ordnung, wie bei dem Constantan, auftritt.

Wenn die beim Constantan angewandte Methode sich schon bei den mit Neusilber- und Nickelindrähten gemachten Versuchen nicht bewährte, so obliegt es keinem Zweifel, dass es bei den Drähten mit grossen Wärmecoëfficienten, z. B. dem Eisen oder dem Kupfer, nicht angewendet werden kann. Ein — eigentlich überflüssiges — Experiment bestärkte mich auch in meiner Überzeugung. Ich musste mich also nach einer Methode umsehen, bei der die nicht mehr vermeidlichen thermischen Widerstandsveränderungen doch irgendwie wegfielen. Diese Schwierigkeit wurde noch durch einen Umstand gesteigert. Dass die Widerstandsveränderung gleich bei den ersten Torsionen von messbarer Grösse sei, darf kein zu dünner Draht genommen werden, dann ist aber der Widerstand des Drahtes klein, doch muss er dennoch mit einer bis auf die Millionteln gehenden Genauigkeit gemessen werden; was aber das für eine schwierige Aufgabe ist, ist ja bekannt. Ich hatte auch zu dem Erfolg kein Vertrauen, mein gesammtes Streben richtete sich dahin, bezüglich eines, möglicherweise chemisch reinen, Drahtes festzustellen, ob die durch Torsion verursachte Veränderung von derselben Natur ist, wie bei dem Constantan, also einer Legierung. *Als Stoff wählte ich das Kupfer.*

Zur Beseitigung der durch die Temperatur verursachten Veränderungen bewies sich nach lange fruchtlosen Bemühungen eine sehr einfache Modificierung der WHEATSTONE'schen Anordnung für das zweckmässigste. Als Messungsdraht diente der bei den vorhergehenden Versuchen benützte Constantandraht, die beiden anderen Zweige der Anordnung bildeten zwei nebeneinander, in der Entfernung von einigen cm. aufgehängten Kupferdrähte von gleichem Maass, gleicher Qualität und gleicher Belastung und der Contacte wurde bloss durch dicke Kupferdrähte und Quecksilber hergestellt. Das Abweichen von der WHEATSTONE'schen Brücke bestand darin, dass ich am Messungsdrahte nicht ein, sondern zwei Contacte in unveränderlicher Lage anwandte, deren

eine auf 747, die andere 750 mm. stand. Durch einen einfachen Quecksilberumschalter konnte man den einen oder den anderen Contact anwenden. Mit Rücksicht auf die in dem System herrschenden Symmetrie ist es klar, dass die durch den Temperaturwechsel verursachten Temperaturveränderungen einander ausgleichen müssen, und so das Galvanometer jeden Contact betreffend im Laufe der Zeit eine beständige Ausweichung zeigen muss, wenn nämlich beide Drähte in Ruhe sind. Hievon musste ich mich aber auch überzeugen. Auf Grund meiner Versuche fand ich aber die Ausweichungen des Galvanometers keineswegs beständig, sondern schwankend. In diesen Schwankungen war aber keine Regelmässigkeit zu beobachten, deshalb müssen sie als die nothwendigen Folgen der mit der Empfindlichkeit des Galvanometers verbundenen sehr grossen Ausweichungen betrachtet werden. Demnach kann die störende Wirkung des Temperaturwechsels für thatsächsächlich beseitigt erachtet werden.

Nach allem diesem war zu hoffen, dass, wenn ich den einen Draht in Ruhe lasse, den anderen einer Torsion unterziehe, die nicht schwankenden, sondern regelmässigen Veränderungen der Galvanometerausweichungen die durch Torsion verursachten Widerstandsveränderungen verrathen. Die Versuche hatten auch einen günstigen Erfolg.

Der Durchmesser des verwendeten Kupferdrahtes war 0·5 mm. In Bezug auf den 0·46 mm. dicken Constantandraht ist der Werth dieser Verhältnisszahl blos 0·0001 ; es scheint also, dass der Widerstand beim Kupfer in stärkerem Maasse wächst, als beim Constantan.

Ich betone nochmals, dass bezüglich des Kupfers ich bloss so viel für erreicht erachte, dass in Hinsicht auf die durch Torsion verursachte Widerstandsveränderung das reine Kupfer sich wesentlich so verhält, wie die Constantan-Legierung, trotzdem ihre thermischen Eigenschaften so verschieden sind.

Die Erfolge meiner Versuche können in dem Folgenden kurz zusammengefasst werden :

1. *Das Constantan betreffend, bei dem das Schwanken der Temperatur keineswegs störend wirkt, wächst der elektrische Widerstand mit der Torsion, doch nicht proportional, sondern*

in viel stärkerem Maasse; die Curve der Widerstandsveränderung kann mit grosser Annäherung als aus allmälig steiler werdenden Geraden zusammengestellt betrachtet werden; der Endpunkt des ersten Stückes stimmt mit der Elasticitätsgrenze überein; der Widerstand des nach starker Torsion retordierten und deformierten Drahtes ist viel grösser, als dessen ursprünglicher Werth; der auf diese Weise deformierte Draht benimmt sich bei neuen Torsion so, wie der im natürlichen Zustand, doch wird die Elasticitätsgrenze und dem entsprechend der erste Abschnitt der Widerstandsveränderung weit hinausgeschoben; der Widerstand des verdrehten Drahtes zeigt eine mit der Zeit fortschreitende ausserordentlich langsame Verringerung; die Veränderung des Widerstandes wächst in grösserem Maasse, als der Querschnitt des Drahtes.

2. *Neusilber und Nickelin zeigt ein dem Constantan ähnliches Verhalten, so weit dies zu beurtheilen die nicht genug empfindliche Methode erlaubt.*

3. *Auch bei dem chemisch reinen Kupfer wächst mit der Torsion der Widerstand, und zwar in stärkerem Maasse, als bei den geprüften Legierungen.*

18.

DIE ANATOMISCHEN UND PHYSIOLOGISCHEN VERHÄLTNISSE DER CHORDA TYMPANI AUF GRUND KLINISCHER BEOBACHTUNGEN.

Vorgetragen in der Sitzung der ungar. Akademie vom 14. März 1898.

Von dem correspondierenden Mitglied Prof. Dr. CARL KÉTLY.

(Antritts-Vortrag.)

Aus «Mathematikai és Természettudományi Értesítő» (Math. und Naturw. Berichte) Band XVI. pag. 139—144.

Über den Ursprung, den Verlauf und die Natur einzelner Nerven geben selbst die uns heute zur Verfügung stehenden genauen Untersuchungen der Gewebelehre, keine genügende Aufklärung; ja sogar die an Thieren angestellten Versuche, bleiben uns oft, aus leicht erklärlichen Ursachen, die Antwort schuldig. In mehreren Fällen ist es mit der Hilfe klinischer Beobachtungen gelungen, über den complicierten Verlauf eines Nerves und dessen Functionen ein genaues Bild zu gewinnen. Eine solche, bis jetzt nicht gelöste Frage ist die Rolle der Chorda tympani in der Physiologie. Wenn wir die, in den letzten zehn Jahren in dieser Richtung veröffentlichte Litteratur durchsehen, so begegnen wir ganz entgegengesetzten Ansichten von berühmten Anatomen und Physiologen, über den Ursprung, den Verlauf und die Functionen des erwähnten Nerves. Die Methoden der Gewebelehre und die Ergebnisse der an Thieren angestellten Versuche, sind durchaus nicht genügend zur Lösung dieser schweren Aufgabe; und nur mit Hilfe von klinischen Beobachtungen sind wir dahin gelangt, dass wir mit grosser Wahrscheinlichkeit die anatomischen und physiologischen Verhältnisse dieses Nerves bestimmen können.

Die Chorda tympani schliesst sich dem Gesichtsnerv an, verläuft mit diesem im Gesichtsnerv-Canal (Canalis Fallopiæ), kurz vor dem Austritt aus dem Canal, verlässt sie denselben und gelangt durch die Trommelhöhle und die Fissura petro-tympanica an die Basis des Schädels, indem sie sich von hier nach vorne und abwärts neigt, vereinigt sie sich mit dem Zungennerven und theilt sich später in zwei Äste, deren vorderer sich mit den Nervenfasern des nervus lingualis auf dem vorderen Theil der Zunge verzweigt, während der rückwärtige sich von dem Zungennerv trennt und sich in dem unter der Kinnlade befindlichen Ganglion (Gangl. submaxillare) einbettet und indem er die unter dem Kinn und unter der Zunge liegenden Speicheldrüsen versieht, wirkt er auf deren Ausscheidungen ein.

Diesen Verlauf kannte schon HENLE * und er ist seither allgemein anerkannt. Indessen ist seine weitere Bestimmung in der Zunge noch hin und wieder zweifelhaft; ebenso wie man darüber noch nicht im Reinen ist, auf welchen Wegen die Chorda tympani zum Gehirn gelangt.

Die Geschmacksempfindung der vorderen zwei Drittheile der Zunge vermittelt der Zungennerv, diese seine Rolle ist über allen Zweifel, theils durch Experimente, theils durch operative Eingriffe bei Menschen bewiesen; indem nach dem Durchschneiden des Zungennervstammes auf zwei Drittheilen der entsprechenden Zungenseite die Geschmacksempfindung aufhörte. Doch entsteht durch Unterbrechung der Chorda tympani genau dasselbe Resultat. Die Fähigkeit der Geschmacksleitung des letzteren Nerves hat CLAUDE BERNARD ** zuerst bewiesen, später hat der geniale DUCHENNE*** mit Hilfe von Electricität die Fähigkeit der Geschmacksleitung dieses Nerves bewiesen, da durch Faradisieren des mit Wasser gefüllten äusseren Ohrganges auf zwei Drittheil des vorderen Theiles der entsprechenden Seite der Zunge ein Metallgeschmack entstand. Ohrenärzte haben in vielen Fällen erfahren,

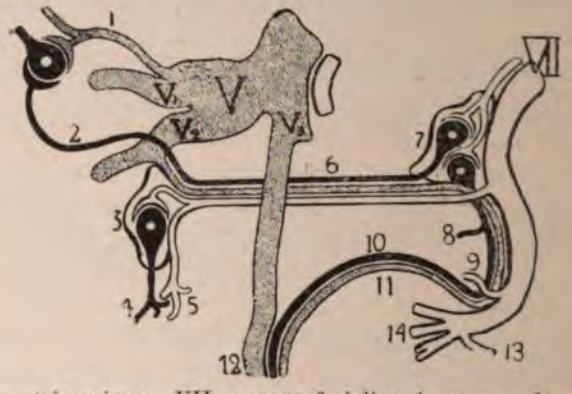
* HENLE: Nervenlehre. 1873.

** CL. BERNARD: Leçons sur la physiologie et la pathologie du système nerveux. II. 1888.

*** Diagnostic et curabilité de la surdité et de la surdi-mutité nerveuse. 1861.

dass durch Verletzen der Chorda tympani eine Störung, oder ein vollständiges Aufhören der Geschmacksempfindung verursacht wird. So dass nunmehr die Ärzte es im Allgemeinen zugeben, dass die Chorda tympani, welche in dem Zungennerv ausläuft, den Geschmack an den vorderen zwei Drittheilen der Zunge vermittelt.

Es ist im Allgemeinen eine bekannte Thatsache, dass bei peripheren Lähmungen des Gesichtsnervs an den vorderen zwei Drittheilen der Zunge der Geschmack oft aufhört, oder aber eine



V—nervus trigeminus; VII—nervus facialis; 1—nervus lacrymalis; 2—nervus orbitalis; 3—ganglion sphenopalatinum; 4—nervi ad tonsillam; 5—nervi palatini; 6—nerv. petr. superf. maior; 7—ganglion geniculi; 8—nervus communicans c. plexu tympani; 9—nervus stapedius; 10—chorda tympani (Speichel secernierende Fasern); 11—chorda tympani (Geschmacksfasern); 12—nervus lingualis; 13—nervus auricularis magnus; 14—rami peripherici nervi facialis.

ganz eigenartige Veränderung (Metallgeschmack etc.) entsteht. Genau dasselbe bemerken wir bei mechanischen oder experimentellen Eingriffen, wenn diese den Gesichtsnerv in dem Fallopia-Canal berühren. Diese Erfahrungen beweisen, dass die Chorda tympani, wenigstens auf einem begrenzten Gebiete, im Gesichtsnerv verläuft. Wenn der Gesichtsnerv an der Basis des Schädels jenseits des Ganglion geniculi verletzt wird, so verursacht dies niemals eine Störung im Geschmacksgefühl; und deshalb müssen wir annehmen, dass die Chorda tympani den Gesichtsnerv nur bis zum Ganglion geniculi begleitet, und hier sich von ihm trennt. Auf Grund dessen können wir sagen, dass die Auffassung von

Lussana[1] und Claude Bernard, nach welcher die Chorda tympani die einfache Fortsetzung der Wrisberg-Portion des Gesichtsnerves wäre, falsch ist; auch die Behauptung Bernard's nach, welcher der Gesichtsnerv durch Vermittlung der Chorda tympani nur einen motorischen Einfluss auf die Erregung der Geschmacksempfindung ausübt, fällt dadurch weg. Nach ihm bringt die Chorda tympani die auf der Zunge unter der Schleimhaut befindlichen Muskelfasern in Bewegung, und diese setzen dann die auf dem vorderen Theile der Zunge vorhandenen Geschmackswarzen in Bewegung, wodurch deren Berührung mit den, den Geschmack erregenden Stoffen erleichtert wird, und weiter auch die mit der Chorda tympani verlaufenden gefässmotorischen Äste auf dem Gebiete der Warzen umgebenden Venen ausdehnend einwirken, und dadurch das Geschmacksgefühl stärken. Bernard hält die Chorda tympani für die directe Fortsetzung des dazwischen fallenden Wrisberg'schen Nerventheiles, und betrachtet den letzteren als einen selbständigen Nerv, welcher im grossen Sympathicus seinen Ursprung hat.

Nachdem wir nun, auf Grund der oben erwähnten Thatsachen, wissen, dass die Chorda tympani, als der, den Geschmack der vorderen zwei Drittheile der Zunge vermittelnde Nerv, nur auf einem begrenzten Gebiete mit dem Gesichtsnerv verläuft, wird die weitere Frage die sein, wo sie sich von diesem trennt und welcher ihr weiterer Verlauf ist. Nach den physiologischen Handbüchern von Brücke[2] und Hermann[3] und den darauf bezüglichen Mittheilungen von Krause[4] und Carl[5] stammen die Geschmacksfasern der Chorda tympani durch Vermittelung des Trommelnerves, aus dem Nervus glosso-pharyngeus. Ihre Behauptungen sind bloss auf theoretische Folgerungen und Voraussetzungen gegründet; indem sie von der Behauptung ausgehen, dass das Geschmacksgefühl nur durch die Function eines Nerves zum Aus-

---

[1] Lussana: Archives de physiologie. 1869.
[2] Brücke: Vorles. üb. Physiologie.
[3] Hermann: Handbuch der Physiologie.
[4] Krause: A leiró emberboncztan kézikönyve. 1882. S. 1342.
[5] Carl: Archiv für Ohrenheilkunde. 1875.

druck kommen kann, und dieser ist der Nervus glosso-pharyngeus, von welchem bekannt ist, dass er die Geschmackswarzen des hinteren Drittheils der Zunge mit Fasern versieht; wie dies VINTSCHGAU und KÖNIGSCHMIEDT und nach diesen im THANHOFFER'schen anatomischen Institut DYONIS BENCZÚR, durch Versuche an Kaninchen nachgewiesen hat. Die Erfahrungen und Experimente haben im Allgemeinen bewiesen, dass beim Verwunden oder Durchschneiden des Nervus glosso-pharyngeus regelmässig der Geschmack nur auf der beschädigten Seite der Zungenwurzel verloren geht, während er auf den vorderen zwei Drittheilen bestehen bleibt. Es werden zwar einzelne Fälle erwähnt, in welchen durch Verwunden des N. glosso-pharyngeus das Geschmacksgefühl auf der entsprechenden Seite der vorderen Hälfte der Zunge eine Störung erlitt, doch dies sind Ausnahmen, und können billigerweise durch die individuelle Abweichung des Verlaufes der Nerven erklärt werden. Und so können wir mit Sicherheit aussprechen, dass die Mehrzahl der Physiologen und Ärzte der jetzigen Zeit die Chorda tympani nicht von dem Nervus glosso-pharyngeus ableiten.

SCHIFF[1] behauptet auf Grund von physiologischen und ERB[2] auf Grund pathologischer Untersuchungen, dass die Chorda tympani sich vom Gesichtsnerv trennend zum N. trigeminus wendet und dass mit diesem seine geschmackfühlenden Fasern zum Gehirn gelangen. Diesen Standpunkt nehme auch ich ein und habe diesem in meiner im Jahre 1886 erschienenen Monographie[3] Ausdruck gegeben.

An welchen Zweig des dreitheiligen Nerves sich die Chorda tympani anschliesst, darüber sind die Meinungen verschieden. Nach den beiden obenerwähnten Forschern, verlässt sie den Gesichtsnerv in seinem Ganglion geniculi und gelangt von hier mit dem Nerv. petrosus superficialis major in den Ganglion sphenopalatinum, d. h. sie vereinigt sich mit dem zweiten Äste des

[1] SCHIFF: Recueil des mémoires physiologiques. III. 1896.

[2] ERB: ZIEMSSEN Handb. d. spec. Path. u. Therap. XII.

[3] KÉTLY KÁROLY: Kórodai tanulmányok az arczideg bántalmáról. Budapest, 1886. KILIÁN FRIGYES bizománya.

Trigeminus. Andere hingegen nehmen die Vereinigung mit dem dritten Aste an, so ZIEHL,* nach welchem der N. petrosus superficialis minor den Gesichtsnerv mit dem Ganglion oticum verbinden würde. Bis jetzt besitzen wir nur wenige pathologische Daten über die Entscheidung dieser Frage; soviel ist indessen gewiss, dass bei Erkrankung des Trigeminus-Stammes oder des GASSER'schen Ganglion, z. B. bei, durch Geschwülste verursachter Zusammendrückung, Geschmacksstörungen eintreten; doch darüber, mit welchem Zweige der Verlauf der geschmacksleitenden Fasern verlaufen, besitzen wir gegenwärtig nur wenig beweiskräftige Daten.

Einen solchen, hierauf anwendbaren und beweisbringenden Krankheitsfall konnte ich im Jahre 1886 beobachten. Rosa O. 22 Jahre alt, ledig, litt seit lange an Kopfschmerzen in der Genicksgegend, zu welchen sich von Zeit zu Zeit Schwindel und selten Brechreiz gesellten. Im Monate November, als ich die Kranke in Behandlung nahm, war der rechtsseitige Gesichtsnerv und der nervus abducens gelähmt; nach dem Berichte der intelligenten Kranken entwickelte sich die Lähmung bisher stufenweise im Verlaufe von drei Monaten. Die Lähmung des Gesichtsnerves zeigte die charakteristischen Eigenthümlichkeiten der peripheren Lähmungen mit der sogenannten Entartungs-Reaction. Der weiche Gaumen und das Zäpfchen waren auch von der Lähmung berührt. Eine *Geschmacksstörung* zeigte sich jedoch nicht. Unter solchen Umständen konnte man auf eine Geschwulst der Gehirnbasis schliessen. Im Monate Jänner 1887 klagte die Kranke über ein pelziges Gefühl auf der rechten Seite der Gesichtsmitte und in der Gegend der Nase; die Untersuchung ergab, dass auf dem Gebiete des zweiten Zweiges vom rechtsseitigen Trigeminus eine höhergradige Unempfindlichkeit vorhanden war, auf derselben Seite der vorderen zwei Drittheile der Zunge aber war das Geschmacksgefühl (für sauer, süss und bitter) verloren gegangen; jedoch war die Tast- und Wärmeleitungsfähigkeit unberührt. Nach einigen Wochen verbreitete sich die Unempfindlichkeit des Gesichtes auch auf den dritten Zweig des Trigeminus und nach

* ZIEHL: VIRCHOW's Arch. 1889. CXVII.

kurzer Zeit war auch dies Gebiet unempfindlich; und damit gleichzeitig verminderte sich auch die Tast- und Wärmeleitungsfähigkeit der Zunge, und hörte schliesslich vollkommen auf.

Diese Beobachtungen können als sehr werthvolle Daten verwendet werden:

1. Können sie zur Entscheidung, ob das Geschmacksgefühl der vorderen zwei Drittheile der Zunge durch die Chorda tympani oder durch den Zungennerv vermittelt wird, benützt werden. Im vorliegenden Falle begann der Verlust des Geschmacksgefühles auf der diesseitigen, vorderen Hälfte der Zunge, mit der Gefühllosigkeit des zweiten Astes des Trigeminus; und solange die Gefühllosigkeit auf den zweiten Ast beschränkt war, war das Tast- und Wärmegefühl unberührt und so ist es klar, dass nur die Vermittelung der Chorda tympani in Betracht kommen kann, welche nach allem diesen aus dem zweiten Aste des Trigeminus, wahrscheinlich aus dem Ganglion sphenopalatinum stammt.

2. Dieser Fall beweist ferner, dass die Chorda tympani nicht die Fortsetzung des dazwischen liegenden Wrisberg'schen Tractes ist, wie dies Lussana und Cl. Bernard behaupten; sondern ein Zweig des Trigeminus, welcher, durch den Fallopia-Canal zur Zunge gelangt. Dadurch wird auch die Annahme von Cl. Bernard widerlegt, nach welcher das Geschmacksgefühl an dem vorderen Theile der Zunge unter dem bewegenden Einflusse der Chorda tympani stehen würde, denn der zweite Ast des Trigeminus enthält bloss Gefühlsfasern.

3. Beweist dieser Fall ferner, dass der Zungennerv nur das Tast- und Wärmegefühl vermittelt, während er auf den Geschmack keinen Einfluss ausübt. Der Zungennerv stammt nämlich aus dem dritten Ast des Trigeminus.

Auf Grund aller in diesem Falle gemachten klinischen Beobachtungen, sehe ich die Ansicht von Schiff und Erb bestätigt, dass nämlich die Geschmacksfähigkeit der vorderen zwei Drittheile der Zunge ihren Ursprung im zweiten Aste des Trigeminus hat, und durch die mit dem Gesichtsnerv gleich verlaufenden Chorda tympani aufrecht erhalten wird. Nur so ist es zu erklären, dass bei örtlichen Lähmungen des Gesichtsnerves nur dann eine Störung des Geschmackes eintritt, wenn der die

Lähmung verursachende Herd in demjenigen Theile des Fallopia-Canals liegt, in welchem der Gesichtsnerv mit der Chorda tympani gleichzeitig verlauft.

Ich muss hinzufügen, dass diese Auffassung nur der Mehrzahl der Fälle entspricht, nachdem es auch verlässliche Beobachtungen giebt, nach welchen, durch eine Lähmung des dritten Zweiges des Trigeminus auf den vorden zwei Drittheilen der Zunge eine Geschmacksstörung erfolgte; mit Bezug auf diese, muss ich auf die häufigen Unregelmässigkeiten des Verlaufes der Nerven hinweisen, welche im Organismus zu beobachten sind.

SITZUNGSBERICHTE.*

I. In den **Sitzungen der III. (mathematisch-naturwissenschaftlichen) Classe der Ungarischen Akademie der Wissenschaften** lasen die nachbenannten Autoren die folgenden Arbeiten (anschliessend an pp. 356—369 des XV. Bandes dieser Berichte):

Sitzung den 17. Januar 1898.

1. *Ludwig Lóczy* c. M.: «*Die geographischen und geologischen Ergebnisse der Reise des Grafen Széchenyi*».

2. *Adolf Onodi* c. M.: «*Ueber die phonatorischen und respiratorischen Nervenbündel des Kehlkopfes*». (Siehe Mathem. u. naturwiss. Berichte Bd. XV. pp. 320—336.)

3. *Eugen v. Daday* c. M.: «*Mikroskopische Süsswasserthiere aus Ceylon*».

4. *Franz Tangl* und *Zuntz*: «*Der Einfluss der Muskelarbeit auf den Blutdruck*». Vorgelegt durch das o. M. *Ferdinand Klug*.

5. *Friedrich Reusz*: «*Der Einfluss des Gallenmangels auf das Glycogenbildungsvermögen der Leber*». Vorgelegt durch das c. M. *Árpád Bókay*.

6. *Samuel Beck*: «*Die Zellenveränderungen der Haut bei Myxoedem*». Vorgelegt durch denselben.

Sitzung den 14. Februar 1898.

1. *Géza Horváth* o. M.: «*Die Hemipterafauna des ungarischen Reiches*».

* In dieser Abtheilung geben wir eine kurze Uebersicht der in den Sitzungen der III. Classe der Ungarischen Akademie der Wissenschaften und der Kön. Ungarischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft gelesenen Arbeiten, bezw. Vorträge und Vorlesungen. Der grössere Theil derselben ist entweder dem ganzen Umfange nach oder in längerem Auszuge in der ersten Abtheilung dieses Bandes enthalten; dieser Umstand ist auch bei den betreffenden, hier der Vollständigkeit wegen angeführten Titeln angedeutet. Der andere Theil dieser Arbeiten, bezw. Vorträge, von welchen wir hier nur die kurzen Auszüge oder auch nur die Titel angeführt haben, besteht aus solchen, die theils weil sie unfertig und daher noch nicht publicierbar sind, theils weil sie mindere Bedeutung haben oder auch nur zur Verbreitung der Wissenschaft dienen sollen, theils aber auch aus solchen, die wegen Raummangels unter die selbstständigen Arbeiten nicht aufgenommen wurden.

2. *Ludwig Méhely:* «*Neue Froscharten aus Neu-Guinea*». Vorgelegt durch das o. M. *Géza Horváth.* Diese neuen Arten stammen aus der Sammlung des in Neu-Guinea verweilenden *Ludwig Biró.* Die beachtenswertheste unter ihnen ist eine in der Astrolabe-Bucht gesammelte kleine Kröte, welche als eine bisher gänzlich unbekannte Art den Namen *Choanacantha rostrata* erhielt und in die Familie *Engystomatidae* gehört.

3. *Andreas Högyes* o. M.: «*Die Thätigkeit des Budapester Pasteur-Institutes im Jahre 1897*».

Sitzung am 14. März 1898.

1. *Michael Lenhossék* c. M. (Antrittsvortrag): «*Ueber das Centrosoma*». Der Begriff des Centrosoma ist bei den Gelehrten sehr verschieden gefasst worden; Vortragender nennt — mit *Flemming* und *Heidenhain* übereinstimmend — Centrosomen die in den Körper der Zelle eingebetteten, in typischer Lage und Zahl vorkommenden Körnchen, rechnet also nicht auch die umgebende Sphæra und die strahlenartige Structur dazu, wie andere Forscher. Es besteht seiner Meinung nach aus einem specifischen Stoff, der weder mit dem Cytoplasma, noch den Bestandtheilen des Samens identisch ist. Seine typischeste Lage ist, wenn es in der Mitte der Zelle liegt. Jedes Centrosoma entsteht aus einem anderen Centrosoma und ist daher auf ein Muttercentrosoma zurückzuführen, das aus dem Samenfaden stammt. Was die physiologische Bestimmung des Centrosoma angeht, bekennt sich Vortragender zu der durch *Roveri* begründeten Theorie, dergemäss das Centrosoma das dynamische Centrum der Zelle ist, also von ihr alle bisher unbekannten Kräfte ausgehen, welche die Theilung der Zellen verursachen.

Vortragender untersuchte das Centrosoma in den Zwischenzellen des Hodens des Kaninchens und der Ratte und fand, dass auch hier, wie in den entsprechenden Zellen des Menschen und der Katze, das Centrosoma auch in der ganz entwickelten, ruhenden Zelle fortbesteht, und dass das Cytoplasma keine Spur der strahlenartigen fibrillarischen Structur zeigt, sondern von der zu homogenen, scharf begrenzten kugelförmigen Körpern differenzierten Sphäre gebildet wird. Sehr geeignet für Untersuchungen des Centrosomas sind auch die Stromazellen des Eierstockes vom Kaninchen. Im Eierstocke eines schwangeren Kaninchens fand Vortragender eigenartige Zellen, die er bei keinem anderen Thiere vorfand. Es sind dies verfettete Zellen, in denen das Fett in Form von Körnchen eingebettet ist, wodurch das Protoplasma ein netzartiges Aussehen erhält. Das Centrosoma, welches im geometrischen Mittelpunkt der Zelle ist, besitzt hier keine Sphäre. Die oberflächliche Lage des Centrosomas beobachtete Vortragender an den Cylinder-Epithelialzellen des Nebenhodens vom Kaninchen und der Ratte. Er wies auch nach, dass die Bewegung der Flimmerzellen von den Centrosomen herrührt, die mit den in den Zellen sichtbaren sogenannten basalen Körperchen identisch sind. Es gelang ihm

auch zu beweisen, dass der Schwanzfaden der Spermatide nicht — wie man es bisher allgemein annahm — aus dem Zellensamen, sondern — wie dies kurz vordem *Meves* behauptete — aus dem Centrosoma hervorwächst.

2. *Carl Kétly* c. M. (Antrittsvortrag): «*Die anatomischen und physiologischen Verhältnisse der Chorda tympani auf Grund von klinischen Beobachtungen*». (Siehe die erste Abtheilung dieses Bandes pp. 313—319.)

3. *Joseph Fodor* o. M. und *Gustav Rigler*: *Versuche mit dem Blut durch Typhusbacillen inficierter Thiere*. (Siehe Math. u. naturwiss. Berichte Bd. XV. pp. 69—74.)

4. *Gustav Rados* c. M.: «*Ueber die Bedingungsgleichungen zwischen den Coëfficienten der orthogonalen Substitutionen*». (Siehe die erste Abtheilung dieses Bandes, pp. 236—240.)

5. *Béla Tötösy*: «*Die Tangentenebenen höherer Ordnung der algebraischen Flächen*». Vorgelegt durch das c. M. *Gustav Rados*.

6. *Rudolf Francé*: «*Ueber Colloidictyon triciliatum*». Vorgelegt durch das o. M. *Géza Entz*.

Sitzung am 18. April 1898.

1. *Alexander Mágócsy-Dietz* c. M. «*Markdiaphragma doppelkeimblättriger Baumpflanzen.*»

2. *August Franzenau* c. M. (Antrittsvortrag): «*Krystallographische Untersuchungen am Bélabányaer Pyrit*». (Siehe Math. u. naturwiss. Berichte Bd. XV. pp. 198—223.)

3. *Julius Farkas*: «*Ueber die Reduction der Kirchhoff'schen Diffusionsgleichungen*». Vorgelegt durch das c. M. *Moritz Réthy*. (Siehe die erste Abtheilung dieses Bandes pp. 97—110.)

4. *Alexander Kalecsinszky*: «*Ueber Serpentine aus dem Banat*». Vorgelegt durch das o. M. *Carl Than*.

5. *Stephan Bugarszky* und *Leo Liebermann*: «*Ueber das Salzsäure-, Natriumhydroxyd- und Kochsalzbindungsvermögen der eiweissartigen Stoffe*». Vorgelegt durch denselben. — Die Verfasser verwendeten zu ihren Untersuchungen Eiweiss, Albumose und Pepsin. Die Grundlage ihrer Forschungsmethoden bildete das Sinken des Gefrierpunktes und die Bestimmung der elektromotorischen Kraft. Beide Methoden ergaben, dass die eiweissartigen Stoffe die Salzsäure und das Natriumhydroxyd zu binden vermogen, das Kochsalz aber nicht. In abgerundeten Zahlen ausgedrückt, vermag ein Molekul Eiweiss vier Molekule Salzsäure und ebensoviel Natriumhydroxyd, ein Molekul Albumose drei Molekule Salzsäure und ebensoviel Natriumhydroxyd, zwei Molekule Pepsin aber bloss ein Molekul Salzsäure zu binden.

6. *Franz Árkövi*: «*Ueber einen neuen bacteriologischen Factor der Zahnpulpa und Wundgangraene*». Vorgelegt durch das o. M. *Ferdinand Klug*. — Vortragender beobachtete beim abscessus alveolaris chronicus

ein bisher unbekanntes Bacterium, welchem er den Namen *bacillus gangraenae pulpae* gab. Es gehört zu den pleomorphen Bacterien. Auf sehr erschöpftem Züchtungsboden bringt es Sporen hervor, wodurch es dem *oedema malignum* ähnlich ist. Seine meisten Eigenschaften erinnern jedoch an den *Yung*'schen «O Caries-Pilz». Die Versuche bewiesen, dass dieser Mikroorganismus unter den Bacterien des Mundes und beim Hervorbringen des Wundbrandes eine grosse Rolle spielt.

7. *Franz Árkövi*: «*Beiträge zur Aetiologie der Zahncaries*». Vorgelegt durch denselben. — Der *bacillus gangraenae pulpae* spielt auch in der Aetiologie der Zahncaries eine bedeutende Rolle. Es ist ein eben solches Bacterium der Caries, wie die *Yung*'schen Cariespilze, es kann sogar allein die Caries verursachen. Die Versuche erwiesen die Richtigkeit von *Miller*'s Behauptung, nach welcher das Cariespigment kein Mikroorganismus, sondern das Vorhandensein von Eisen hervorbringt, für unhaltbar, da auch die empfindlichsten Eisenreagentien keine Reaction gaben.

Sitzung den 16. Mai 1898.

1. *Philipp Lenard* c. M. (Antrittsvortrag): «*Ueber das Verhalten von Kathodenstrahlen parallel zu elektrischer Kraft*». Vorgelesen durch das o. M. *Coloman v. Szily*. (Siehe erste Abtheilung dieses Bandes pp. 194—200.)

2. *Béla v. Lengyel* o. M.: «*Beiträge zur Kenntniss des Calciums*». — Das Calcium wird durch Quecksilber leicht amalgamisiert, das Amalgam ist, wenn das Calcium in grosser Masse vorhanden, ein fester Körper. Die Calciumspäne geben mit Kaliumchlorat ein explodierendes, grell aufleuchtendes Gemisch, das jedoch auf die photographische Platte — wie es scheint — keine Wirkung hat. Calcium und Hydrogen vereinigt sich so bei gewöhnlicher Temperatur, wie bei Rothglut zu Calciumhydrid (CaH_2). Mit Nitrogen vereinigt sich das Calcium schwer zu Calciumnitrid (Ca_3N_2). Wenn wir Calciumspäne in trockenem Methanstrom erhitzen, verwandelt es sich allmälig zu einer grauen Masse, die mit Wasser eine grosse Menge Gas entwickelt, dieses Gas ist ein Gemisch von Calciumcarbid und Calciumhydrid.

3. *Felix Szontagh* und *Oskar Wittmann*: «*Ueber die chemische Zusammensetzung des normalen und des diphtheritischen Serums*». Vorgelegt durch das o. M. *Ferdinand Klug*.

4. *Stephan Bugarszky* und *Franz Tangl*: «*Ueber die molekulare Concentration des Blutserums*». Vorgelegt durch denselben. — Die molekulare Concentration des Blutserums ist bei den von den Vortragenden untersuchten Säugethieren verhältnissmässig nur wenig verschieden. Am meisten concentriert ist das Serum des Schweines und des Rindes. Die Concentration ist bei derselben Thierart ziemlich beständig, es sind bloss geringe Schwankungen zu beobachten. Der grösste Theil der Molekule des Serums ist anorganisch und, obwohl das Gewicht der organischen Molekule viel grösser ist, wird dies durch die grosse Zahl der anorganischen Molekule

ausgeglichen. So hängt also der osmotische Druck des Blutserums hauptsächlich von den anorganischen Molekulen ab.

Sitzung den 20. Juni 1898.

1. *Emerich Lörenthey:* «*Sepia in den ungarischen Tertiärgebilden*». Vorgelegt durch das o. M. *Anton Koch.* (Siehe Math. u. naturw. Berichte Bd. XV. pp. 268—272.)

2. *Eugen Pólya:* «*Der Abschluss der vorderen Kammer bei Glaucoma*». Vorgelegt durch das c. M. *Wilhelm Schulek.* — Vortragender beobachtete 24 Glaucomafälle und fand dabei den Winkel der vorderen Kammer meistens ganz oder halb geschlossen. Am leichtesten schliesst er sich beim hypermetropen Auge, schwerer beim emmetropen, während bei myopen Augen überhaupt kein Schliessen des Winkels beobachtet wurde. So scheint denn die Disposition zum schwereren oder leichteren Schliessen des Winkels von der Beschaffenheit desselben abzuhängen.

3. *Hugo Schwitzer:* «*Beiträge zur Entwicklung des grauen Staars im vorgeschrittenen Alter*». Vorgelegt durch denselben. — Nach den Erfahrungen des Verfassers kommt diese Krankheit am meisten zwischen dem 61. und 65. Lebensjahr vor, und zwar grösstentheils bei Landleuten. Frauen sind dieser Krankheit weniger ausgesetzt, wie Männer. Die Ursache des grauen Staares scheinen die ultravioletten Sonnenstrahlen zu sein.

4. *Béla Fenyvessy* und *Arthur Hasenfeld:* «*Ueber die Kraft des phosphorig entarteten Herzens*». Vorgelegt durch das c. M. *Árpád Bókay.*

5. *Johann Csiky:* «*Aethernarkose mit Rücksicht auf die aetherige Lungenentzündung*». Vorgelegt durch denselben.

6. *Paul Háry:* «*Das Aufsaugen des officinellen Eisens im Magen*». Vorgelegt durch denselben.

7. *Eugen Bernátsky:* «*Zur Kenntniss der endotrophen Mykorhizen*». Vorgelegt durch das c. M. *Mágócsy-Dietz.*

8. *Aladár Aujeszky:* «*Beiträge zur Frage der Anthraximmunität*». Vorgelegt durch das o. M. *Andreas Högyes.* — Die Versuche bezweckten festzustellen, ob durch Einspritzung von Milzemulsion gesunder Thiere gegen Anthrax empfindliche Thiere immunisiert werden können. Die grösstentheils an Kaninchen und Mäusen gemachten Versuche können in drei Gruppen zusammengefasst werden: 1. Versuche, bei denen die Thiere präventiv behandelt werden. 2. Versuche mit post infectionem behandelten Thieren. 3. Versuche mit Thieren, die mit dem Gemisch des inficierenden und des immunisierenden Stoffes geimpft wurden. 75% der mit Milzemulsion gesunder Thiere geimpften Kaninchen widerstand der Infection, die übrigen starben später als die Controllthiere. Die Infectionsfähigkeit des Infectionsstoffes wurde von der dazu gemischten Milzemulsion verringert. Die immunisierten Kaninchen behielten ihre Widerstandsfähigkeit Wochen hindurch. Mäuse konnten nicht auf ähnliche Weise immunisiert

werden, obwohl die geimpften Thiere später starben, als die Controllthiere.

9. *Gustav Rigler*: «*Das Wandern des Typhusbacillus im Boden*». Vorgelegt durch das o. M. *Joseph Fodor*.

10. Auf Vorschlag des Generalsecretärs *Coloman v. Szily* stellt die Classe der Gesammtsitzung den Antrag, dass zu der im laufenden Jahre in London zu haltenden mathematisch-naturwissenschaftlichen bibliographischen Conferenz in Vertretung Ungarns *August Heller* o. M. und *Theodor Duka* c. M. entsendet werden.

Sitzung den 17. Oktober 1898.

1. *Julius Farkas* c. M. (Antrittsvortrag): «*Ergänzungen zur Vectorenlehre und zur Lehre des Elektromagnetismus*». (Siehe die erste Abtheilung dieses Bandes pp. 111—153.)

2. *Julius Farkas* c. M.: «*Die algebraische Grundlage des Fourier'schen mechanischen Principes*». (Siehe die erste Abtheilung dieses Bandes pp. 154—157.)

3. *Béla v. Lengyel* o. M.: «*Die Wirkung einiger Gase auf die photographische Platte*». (Siehe die erste Abtheilung dieses Bandes pp. 217—225.)

4. *Gustav Rados* c. M.: «*Inducierte lineare Substitutionen*». (Siehe die erste Abtheilung dieses Bandes pp. 241—262.)

5. *Julius Vályi* c. M.: «*Mehrfache polare Reciprocität*». Vorgelegt durch das o. M. *Julius König*. (Siehe die erste Abtheilung dieses Bandes pp. 50—58.)

6. *Eugen Cholnoky*: «*Bericht über die wissenschaftlichen Erfolge meiner Reise in China und Mandschurien*». Vorgelegt durch das c. M. *Ludwig Lóczy*.

7. *Ferdinand Filárszky*: «*Beiträge zur Algenvegetation*». Vorgelegt durch das c. M. *Alexander Mágócsy-Dietz*.

8. *Emanuel Beke*: «*Ueber die Resolventen der homogenen linearen Differenzialgleichungen*». Vorgelegt durch das o. M. *Julius König*.

Sitzung den 14. November 1898.

1. *Anton Koch* o. M.: «*Ueber die jüngere Tertiärbildung des siebenbürgischen Beckens*». (Siehe die erste Abtheilung dieses Bandes pp. 59—76.)

2. *Rudolph v. Kövesligethy* c. M.: «*Zwei Parametergleichungen der Spectralanalyse*». (Siehe die erste Abtheilung dieses Bandes pp. 1—49.)

3. *Gustav Rados* c. M.: «*Gruppen von inducierten Substitutionen*».

4. *Edmund Bogdánfy*: «*Der Niederschlag im Winter und die Frühjahrshochwässer der Theiss*». Vorgelegt durch das Ehrenmitglied *Nicolaus v. Konkoly*.

5. *Sigismund Róna*: «*Der jährliche Gang der Temperatur in Ungarn*». Vorgelegt durch denselben.

Sitzung den 12. December 1898.

1. *Carl Laufenauer* c. M. (Antrittsvortrag): «*Die Hódmezővásárhelyer Hexenprocesse (1730—1758) vom nervenpathologischen Standpunkte*».

2. *Adolf Ónodi* c. M.: «*Beiträge zur Kenntniss der Kehlkopfnerven*».

3. *Gustav Rados* c. M.: «*Die charakteristische Function der inducierten Substitutionen*».

4. *Rudolph v. Kövesligethy*: «*Ueber das Spectrum der Himmelskörper*».

II. Die **Fachsectionen der Königlichen Ungarischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft** hielten im Jahre 1898 zwanglose Sitzungen, deren Protokolle in folgendem, anschliessend an die diesbezüglichen Berichte pp. 370—389 des XV. Bandes dieser Berichte mitgetheilt werden.

A) Fachconferenz für Zoologie.

Sitzung den 8. Januar 1898.

1. *Joseph Jablonowski* hält über den *Argas reflexus* einen Vortrag und spricht, nachdem er einen Ueberblick auf die hierauf bezügliche Litteratur gegeben hatte, eingehend über die Lebensweise, Verbreitung und Schädlichkeit dieser Art und über die Mittel, mit denen man sich gegen sie wehren kann.

2. *Ludwig Méhely* zeigt die von *Ludwig Biró* in Neu-Guinea gesammelten *Reptilien und Amphibien*, zusammen 187 Arten.

3. *Ernst Dietl* spricht über «*Neue Coleopteren aus der Fauna Ungarns*» und zeigt einige Arten, die im neuen ungarischen Käferkatalog (Fauna regni Hungariæ. *Kuthy*: Coleoptera.) noch nicht vorkommen. Diese Arten sind: *Nebria transsylvanica Germ. ab Ormay Ganglb.* aus den südöstlichen Karpathen; *Dyschirius bacillus Schaum* aus der Gegend des Neusiedler-Sees, welche Art bisher nur in der Gegend von Smyrna bekannt war; *Pterostychus rufitarsis Dej. var. Deubeli Ganglb.* vom Kronstädter «Christenberg»; *Babister bipustulatus F. ab lacertosus Sturm* aus der Gegend von Dicsö-Szent-Márton; *Cymindis sp.*, die ganz schwarz ist, der *C. humeralis* ähnelt und aus dem Comitat Krassó-Szörény stammt; *Graphoderes cinereus L. ab intermedius Westh.* aus Hermannstadt; *Oxypoda Deubeli Ganglb.* aus der Gegend von Kronstadt; *Leptusa bucsoiana Ganglb.* und *Omalium Lokayi Fleisch.* vom Berge Bucsecs; *Drimeotus Chyzeri Biró*, *Dr. Entzi Biró* und *Dr. Horváthi Biró* aus den Höhlen im Comitate Bihar; *Chryptophagus Deubeli Ganglb.* vom Bucsecs (diese Art kommt auch in den Rodnaer Bergen und um Herkulesbad vor); *Epuraea abietina J. Sahlb.* aus dem Comitat Mármaros; *Monotoma brevicollis Aubé* vom Budapester Blocksberg; *Copris lunaris L. var. corniculatus Muls.*, ist selten; *Aphodius fossor L. var. silvaticus Ahr.* aus Hermannstadt; *Ochodaeus cychramoides Reitt.* aus Budapest; *Phyllopertha horticola L. var. nigropicea Dietl* (clytris nigropiceis) aus dem Rothenthurmpass (Dietl) und dem Vellebit (Biró); *Poecilonota gloriosa Mars.* aus dem Vellebit; *Buprestis cupressi Germ.* aus Buc-

cari; *Steatoderus ferrugineus L. var. occitanicus Vill.* aus dem Lotriolathal (Rotherthurmpass); *Oedemera Deubeli Ganglb.* vom Kronstädter Czenkberg; *Pitiophthorus glabratus Eichh.* aus dem mittleren Ungarn; *Brachyta clathrata F. var. rufipes Stierl.* aus dem «Vale Capra rece» (westlich vom Rothenthurmpass); *Euluperus cynaeus Joan. var. major Wse.* von den Rosenauer Bergen und *Coccinella hieroglyphica L. var. aureata Panz.* aus dem Banat. Endlich zeigt er drei sehr seltene Arten: *Liodes hybrida Er., Cyrtusa Fussi Seidl.* und *Agyrtes bicolor Lap.*, sämmtlich aus dem Lotriolathal.

4. *Rudolph Francé* zeigt die trockenen *Cerva*-Präparate vor und seine Monographie über die *Craspedomonadika.*

Sitzung am 5. Februar 1898.

1. *Koloman Kertész* spricht über eine *neue Fliegenart* aus der ungarischen Fauna und macht im Zusammenhang damit mehrere synonymische Bemerkungen.

2. *Ludwig Aigner* erwähnt sämmtliche Schmetterlingsvarietäten, die in der ungarischen Fauna erst jetzt bekannt wurden.

3. *Eugen Daday* referiert über die Schlussergebnisse des Studiums betreffs des durch *Julius Madarász* gesammelten mikroskopischen Materiales der Ceyloner süssen Wasser. Im verarbeiteten Materiale fand er 140 mikroskopische Arten, von denen 17 für die Wissenschaft neu sind.

Sitzung den 5. März 1898.

1. *Géza Horváth* trägt über die *Rolle der Hemipteren in der Volkssprache und in der Litteratur* vor und erwähnt im Zusammenhang damit mehrere interessante volksthümliche und litterarische Benennungen der Hemipteren. Die Arten stellt er in systematischer Ordnung zusammen und legt besonders auf die volksthümlichen Ausdrücke ein grösseres Gewicht.

2. *Ernst Csiki* zählt 28 Variationen aus der Ordnung der *Coleopteren der ungarischen Fauna* auf.

Sitzung den 2. April 1898.

Ludwig Méhely trägt über die *Züchtung der Fröschebrut* vor. Nach einer kurzen Einleitung bespricht er in Verbindung von Zeichnungen und Präparaten eingehend die verschiedenen Arten der Bruterziehung der einzelnen Froscharten. Er constatiert, dass auf die Erziehung der Brut die zwingende Wirkung der äusseren Verhältnisse einen Einfluss ausübt. Dies beweist der Umstand, dass die unter den Tropen lebenden Arten die interessantesten Fälle der Bruterziehung liefern.

Sitzung den 7. Oktober 1898.

1. *Géza Horváth* giebt einen kurzen Ueberblick über die von der Fachsection in diesem Jahre behufs Sammlung gemachten Ausflüge.

2. *Eugen Vángel* hält eine Gedenkrede über das verstorbene Mitglied

der Gesellschaft, *Dr. Ladislaus Traxler*, und würdigt seine Thätigkeit auf dem Gebiete der Zoologie.

3. *Ludwig Aigner* spricht «*Ueber die Farbenvariationen der Schmetterlinge*». Er erwähnt die Umstände, welche die Farbenänderung verursachen können. Als den wichtigsten Factor nennt er die Wirkung der Harnsäure.

Sitzung den 7. November 1898.

1. *Joseph Jablonowski* giebt eine Darstellung der *Aspidiotus perniciosus* genannten Schildlaus, insbesondere ihrer Lebensweise und ihrer Verheerungen.

2. *Julius Szakáll* trägt «*Ueber den Urogenitalapparat der Krokodile*» vor. Seinen Forschungen zu Folge stehen die Krokodile den niedersten Vertretern der Säugethiere, den Monotrematen viel näher, als den Vögeln, und zwar in Betreff so der Zeugungs-, wie auch der Harnorgane.

Die Sexualdrüsen befinden sich an der unteren Fläche der Niere und sind besonders auffallend. Die Samenleiter öffnen sich in den Eingang der Furche des entwickelten männlichen Gliedes. Das männliche Glied bleibt in einem Entwicklungsstadium, das bei der Entwicklung der Säugethiere bloss einem Uebergangsstadium entspricht. Dieselbe Gestalt pflegt auch bei Säugethieren vorzukommen, als die mangelhafte Entwicklung der Harnröhre *(hypospadia)*.

Die Eileiter endigen bis zum ersten Eierlegen blind unter der Speichelmembrane der Kloake und werden nur zu dieser Zeit durchbrochen. Die Nieren sind aus einer oberen und einer unteren Hälfte zusammengesetzt. Gegenüber den Oeffnungen der Harnleiter an der oberen Wand der Kloake befindet sich eine kleine, verkümmerte Harnblase. Von der Oeffnung des Bauchraumes (pori abdominales) bewies er gegenüber der bisher bestehenden Ansicht, dass sie immer geschlossen sind. Betreffend die Drüsenstructur neben der Kloake und unter dem Kinn, meint er, dass dies Unschlittsdrüsen sind, wovon der charakteristische Geruch des Aufenthaltsortes der Krokodile herstammt.

Sitzung den 2. December 1898.

1. *Alexander Mocsáry* hält eine Gedenkrede über *Johann Xántus*.

Cornelius Chyzer erwähnt, dass das Präsidium der amerikanischen Vereinigten Staaten seine Dankbarkeit gegenüber Johann Xántus in ein Gesetz fasste.

2. *Johann Pável* zeigt *neue ungarische Schmetterlingsarten*, welche *Graf Béla Wass* in Szt.-Gotthárd in Siebenbürgen gesammelt hat.

B) Fachconferenz für Botanik.

Sitzung den 12. Januar 1898.

1. *Rudolph Francé* zeigt Präparate und Kulturen, welche er nach der *Chr. Hansen*'schen Methode aus *Saccharomyces cerevisiae* und *S. Pastorianus* verfertigte, um Ascosporenbildung in ihnen hervorzurufen. Zu diesem Zwecke liess er die Hefe an sterilisierten Gipsscheiben in möglichst feuchter Luft, etwa bei 25° C. gähren und konnte bei seinen zwölfmal wiederholten Versuchen sich bei jeder Gelegenheit von der Entwicklung von Ascosporen überzeugen.

2. *Alexander Mágócsy-Dietz* legt eine «*Verkannte Geastere*» betitelte Arbeit *Ladislaus Hollós*' vor. Der Verfasser beschreibt eine in Ungarn neue Art unter dem Namen *Geaster Mammosus Chev.*, unter welchem Namen bis daher der *G. fimbriatus Fr.* oder *G. rufescens Pers.* sich verbarg. Auch *G. Berkeleyi Mass.* und der *G. Marchicus Henn.* waren in Ungarn unter anderen Namen bekannt.

3. *Alexander Pályi* zeigt die Pflanzensammlung weiland *Paul Gönczy*'s vor. In der Sammlung findet sich kaum eine vom Inhaber gesammelte Pflanze, die meisten stammen von weiland *Julius Kovács*, und zwar aus Ungarn und der Umgebung von Wien.

4. *Alexander Mágócsy-Dietz* legt ein von *Árpád Dégen* und *Ignatz Dörfler* geschriebenes und von der Wiener Akademie herausgegebenes Werk unter dem Titel «*Beiträge zur Flora Albaniens und Macedoniens*» vor.

Sitzung den 10. Februar 1898.

1. *Alexander Pályi* zeigt, nachdem er kurz die an der *Leo Györök*'schen Yacht auf die Insel Pomo in der Adria gemachte Reise beschreibt, die auf der Insel gesammelten Pflanzen, die nach der Bestimmung *Árpád Dégen*'s die folgenden sind: *Alyssum leucadeum Guss.*, *Centaurea erithmifolia Vis.*, deren Blume und Frucht bisher noch niemand sammelte. Prof. *Statio* sandte von Pomo an *Visiani* ein Exemplar der Knospe dieser Pflanze. Demzufolge konnte ihre Beschreibung ergänzt werden als *Statice cordata L.*, *Plantago sp.?*, die der *Pl. subrulata L.* am nächsten steht, *Daucus sp.?*, der dem *D. aureus Desf.* am nächsten steht, jedoch wahrscheinlich eine neue Art ist.

2. *Alexander Mágócsy-Dietz* legt *Ladislaus Hollós*' «*Neue Beiträge zur Kenntniss der unterirdisch wachsenden Pilze Ungarns*» betitelte Arbeit vor. Die von *Andreas Kmet*, doch grösstentheils von *Hollós* gesammelten Daten sind darum werthvoll, da in Ungarn bisher sehr wenig unterirdisch wachsende Pilze bekannt waren. *Hollós* erwähnt zehn Arten von neuen Fundorten, von denen die folgenden sieben Arten für Ungarn neu sind: *Hydnangium carneum Wallr.*, *Melanogaster variegatus* (Vitt.) *Tul.*, *M. ambiguus* (Vitt.) *Tul.*, *Balsompia fragiformis Tul.*, *Genabea fragilis Tul.*, *Tuber excavatum Vitt.*, *T. dryophilum Tul.*

3. *Alexander Mágócsy-Dietz* legt eine Arbeit *Robert Roth*'s unter dem Titel «*Die vergleichende Anatomie der vegetativen Organe von ungarländischen Ericaceen, in Hinsicht auf die im natürlichen System festgestellten Gruppen*» vor. Die Arbeit wurde von der philosophischen Facultät der Budapester Universität durch den Theodor Margó'schen Preis ausgezeichnet. Der Verfasser beschreibt in seiner Abhandlung die anatomischen Eigenschaften des Stiels, des Blattes und des Stengels der Ericaceen, und beschäftigt sich mit ihrer systematischen Eintheilung. Die ungarischen Arten der Ericaceen classificiert er auf Grund der Eigenschaften der Blätterbüschel und gelangt zu dem Schluss, dass die *Eichler*'sche Eintheilung der Classificierung auf histologischer Grundlage am nächsten steht. Er theilt dann die auf die ungarischen Ericaceen bezüglichen Daten und die Erfolge der auf die einzelnen Arten bezüglichen eingehenden Forschungen mit. Seine Arbeit begleiteten 126 Abbildungen.

4. *Carl Schilberszky* zeigt *blumenmorphologische Fälle*, und zwar:

a) Eine Blume von *Passiflora quadrangularis* mit einer viertheiligen Narbe;

b) Tulpenblüthen, an denen er zwei wesentlich abweichende Fälle des Gefülltwerdens (flore pleno) demonstriert, nämlich in dem einen Fall durch Substitution der Staubfäden und Stempel, im anderen Fall aber durch Hervorwachsen (prolificatio) aus den Achseln der einzelnen Blüthentheile;

c) in einer Blüthe der *Gartennelke* (Dianthus Caryophyllus) entwickelte sich am Ende eines der aus der Spitze des Stempels ausgehenden fünf Narbenzweige eine ganz vollkommene und regelmässig grosse Anthera;

d) von der Nelke erwähnt und zeigt er auch, dass die Narbenzweige in einzelnen Fällen die Höhe der Blumenblätter nicht erreichen, während in anderen Fällen schon aus sehr zarten und geschlossenen Knospen die beträchtlich verlängerten Narbenzweige wahrnehmbar (3—4 cm.) hervorstehen; diese mit der Protogynie in Verbindung stehende Erscheinung verdient eine weitere Beachtung.

Sitzung den 9. März 1898.

1. Präsident *Julius Klein* weist in seiner Eröffnungsrede auf den Umstand hin, dass die botanische Fachsection seit ihrem Bestehen an dem heutigen Tag ihre fünfzigste Sitzung hält und schildert aus diesem Anlass in grossen Zügen die seitherige Wirksamkeit und drückt den Wunsch aus, dass die Fachsection auch in Zukunft eine je grössere Thätigkeit im Interesse des Aufblühens der heimischen Botanik an den Tag lege.

2. *Ludwig Fialowski* bespricht unter dem Titel «*Die Pyramidenpappel und die Weissakazie als Beispiele der im Winde wehenden (aiolokinetischen) und dem Winde standhaltenden (aiolostatischen) Bäume*» die vom Winde

verursachte Deformation der Bäume unseres Klimas auf Grund seiner langjährigen Erfahrungen. Auf Grund von älteren Erfahrungen der Förster, wonach der Stamm alleinstehender, dem Winde ausgesetzter Bäume in der Richtung des Windes sich mehr verdickt und einen elliptischen Querschnitt annimmt, beobachtete er auch die Wirkung des Windes auf die Lage des Baumes. Alleinstehende oder über die anderen beträchtlich hinausragende Bäume zeigen die Wirkung des Windes sehr merklich. Dem Winde standhaltende, d. h. nicht schwankende Bäume neigen sich in der Richtung des Windes; die schwankenden senden der Windrichtung entgegen sogenannte Brettwurzeln in den Boden und vergrössern dadurch ihre Grundfläche. Dies zeigten auch die 30 Photographien des Vortragenden. Die derartige Formation der meisten Bäume stimmt mit dem Diagramm der vorherrschenden Winde der entsprechenden Gegend (Budapest, Gödöllő, Totis) überein, ausgenommen den Fall, in welchem dem Winde ein Hügel, ein Gebäude oder eine Baumgruppe eine andere Richtung giebt. Dann neigt sich der Baum der Wirkung des aus seiner Richtung gebrachten Windes gemäss, oder wird durch Einwirkung desselben deformiert.

3. *Rudolph Francé* beschreibt unter dem Titel »*Ueber eine neue amerikanische Wasserpest*« die *Eichhornia crassipes* genannte, den Liliaceen verwandte Wasserpflanze, welche in neuerer Zeit in den südlichen Regionen der Vereinigten Staaten, besonders in Florida die stehenden und fliessenden Gewässer so massenweise überzogen hat, dass es deren Schiffbarkeit unmöglich machte und auch das Fischen bedenklich gefährdet. Vortragender zeigt auch zwei lebende Exemplare dieser Pflanze, die aus dem botanischen Garten der Budapester Universität stammen.

In Verbindung damit bemerkt *Joseph Fekete*, dass die gezeigten zwei Exemplare abweichende Formen dieser Pflanzenart sind, an denen sich dem Gedeihungsorte gemässe Abweichungen entwickelten, insofern die Blätter der am Rande von Gewässern, in Sümpfen wurzelnder Pflanzen gestreckt und langstielig sind, während die in tieferen Wasser frei schwimmenden Pflanzen kürzere und breitere Blätter haben, was auch die gezeigten Exemplare beweisen.

Dr. Moritz Staub glaubt nicht, dass die Eichhornia crassipes auch in anderen Gegenden Verheerungen anrichten wird, da er z. B. nichts davon weiss, dass die von Amerika her verrufene *Elodea canadensis* in den west-europäischen Flüssen oder auch in Ungarn (wo sie auch noch heute von mehreren Gegenden her bekannt ist) auch nur die mindeste Gefahr erregt hätte. Seiner Meinung nach ruft nur das Zusammentreffen mehrerer günstiger Umstände eine solche aussergewöhnliche Zunahme derartiger Pflanzen hervor. Er denkt, dass der Elodea besonders der niedere Wasserstand günstig sei.

Julius Klein theilt in Hinsicht auf die Elodea mit, dass er in neuerer Zeit im Stadtwäldchenteich zu Budapest diese Pflanze fand.

Alexander Mágócsy-Dietz hält die vernommenen Ansichten für so werthvoll, dass er es für wünschenswerth erachten würde, wenn die Pflanzengeographen den Ursachen des Auftauchens und Verschwindens der Schlingpflanzen grössere Aufmerksamkeit widmen möchten. In Betreff des niederen Wasserstandes theilt er die Ansicht *Staub*'s, da nach seiner bisherigen Erfahrung die hauptsächlichsten Gedeihungsorte der Schlingpflanzen in den todten Armen der Flüsse sind, doch wechseln die herrschenden Pflanzen auch hier; so herrschte z. B. in den todten Armen der Theiss im Comitat Bereg eine Zeit lang die *Salvinia natans*, welche später der *Stratiotes aloides* weichen musste.

4. *Alexander Mágócsy-Dietz* legt unter dem Titel «*Sarcoscypha Kecskemétiensis nov. sp. und neue Pezizen in unserer Pilzflora*» eine Arbeit *Ladislaus Hollós*' vor. Der Verfasser beschreibt darin 19, für Ungarn neue Arten der *Discomycetes*, in Begleitung von colorierten Bildern. Es sind dies: *Acetabula leucomelas Pers., Geopyxis ammophila D. et M. G. pallidula C. et Peck, Peziza ochracea Boud., P. ampelina Quel., P. funerata Cke., P. sepiatra Cke., P. ampliata Pers., Galactinia succosa Berk., Barlaea constellatio B. et Br.* und dessen Variation *var. Fuckelii Cke., Humaria congrex Karst., H. depressa Phil., H. viridibrunnea Ces., H. violacea P., H. laetirubra Cke., H. pluvialis Cke., Lachnea arenosa Fckl., L. albo-spadicea Grev., Sphaerospora trechispora B. et Br.*; ausserdem zwei Arten, die in Ungarn schon bekannt waren, aber von neuen Fundorten stammen: *Humaria Sabranskyana Bäuml.* und *Sarcoscypha subfloccosa Hazsl.*

Sitzung den 13. April 1898.

1. *Stephan Csapodi* trägt «*Ueber die ungarischen Benennungen der Farben*» vor. Die bunte Farbenpracht der Pflanzen ergötzt nicht nur den Laien, sondern dient auch dem Botaniker als ein wichtiges Zeichen an den Pflanzen; in der Beschreibung der Farben ist man aber so inconsequent, dass es schon an der Zeit ist, sich über bestimmte Benennungen zu einigen. Vortragender erklärte an zahlreichen Wollsträhnen die vorkommenden Farben und empfahl für ihre Benennung echt ungarische Namen.

Moritz Staub erwähnt, dass man in neuerer Zeit der richtigen Unterscheidung der Farben auch vom biologischen Standpunkt aus grössere Aufmerksamkeit schenkt; er ersucht daher die Commission für die botanische Nomenclatur, dass sie sich dieser Frage annehme.

Alexander Mágócsy-Dietz beantragt, dass dieser Vortrag in der Zeitschrift der Gesellschaft abgedruckt werde, wonach die Fachsection mit den anderen Fachsectionen in Verbindung trete und eine aus diesen gebildete Section in Anwesenheit des Vortragenden endgiltig über die in Druck zu erscheinende Farbentafel sich einige. Er meint, dass man die Tafel nicht nur im Fachwörterbuch, sondern auch selbständig mit englischem, französischem und deutschem Text veröffentlichen könnte, ähnlich der *Scaccardo*'schen «Chromotoxia». — Der Antrag wird angenommen.

2. *Eugen Berndtsky* spricht über die *Crocus reticulatus Stev.* genannte Pflanze, deren morphologische und physiologisch-anatomische Eigenschaften, sowie Gedeihungs- und Verbreitungsverhältnisse er schildert. Das unterirdische Organ der Pflanze ist kugelförmig und gegen den beständigen Druck geschützt, in Folge dessen es sich in verticaler Richtung erneuert. Die Blume ist xerophil, der Structur der Parenchyma und des Hautgewebes gemäss.

Derselbe zeigt dann das folgende Buch: *G. Rouy «Illustrationes plantarum Europae rariorum»*, das auch insofern interessant ist, da unter den 200 photographischen Abbildungen auch 18 Bilder auf Ungarn bezüglicher Arten sind.

3. *Alexander Mágócsy-Dietz* legt eine Arbeit *Ladislaus Hollós'* unter dem Titel *«Neue Lycoperdomarten in der Pilzflora Ungarns»* vor. Diese neuen Arten sind: *Lycoperdon ericaceum Bon., L. hiemale Bull., L. lilacinum (Mon. et Berk.) Speg., L. relatum Vittad* und *L. Cookei Mass.*

4. *Carl Schilberszky* legt unter dem Titel *«Der Fissideus Arnoldii R. Ruthe in der ungarischen Laubmoosflora»* eine Abhandlung von *Martin Péterfi* vor. Der Verfasser hat das genannte Moos, das den litterarischen Daten zu Folge das erste in Ungarn gefundene Exemplar dieser Pflanze ist, aus Nemes-Podhrágy bekommen.

5. *Carl Schilberszky*, Schriftführer der Fachsection, meldet an, dass der Jesuitenpater *Ladislaus Menyhárt*, gewesener Professor am Kalocsaer Gymnasium und eifriger Fachgenosse, während der Ausübung seines Berufes als Missionär an den Ufern des Zambesi gestorben sei. Laut der von *Louis Gonzago Dialov* stammenden Nachricht erlag der Missionär einer Vergiftung.

Auf Antrag *Moritz Staub's* betraut die Fachsection *Carl Schilberszky* mit der über den Verstorbenen zu haltenden Gedenkrede.

Sitzung den 11. Mai 1898.

1. *Moritz Staub* hält einen Vortrag unter dem Titel *«Ludwig Reissenberger, der erste ungarische Pflanzenphaenolog»*.

2. *Alexander Mágócsy-Dietz* legt eine *«Ueber einen ausserordentlich interessanten Sandwüstenpilz (Scleroderma Corium [Guers.] Grav.)»* betitelte Abhandlung *Ladislaus Hollós'* vor. Dieser Pilz war bisher bei uns bloss in einem Exemplar aus Croatien bekannt, wo ihn *Schulzer* fand und unter dem Namen *Pachyderma Strossmayeri*, später *Mycenastrum clausum* in die Wissenschaft einführte. Der Verfasser fand den Pilz auf mehreren Orten der grossen ungarischen Tiefebene in mehr als hundert Exemplaren. Die *Schulzer'schen* Exemplare und ein Exemplar aus Australien stimmten auch nach mikroskopischer Untersuchung mit den *Hollós'schen* überein.

3. *Alexander Mágócsy-Dietz* spricht unter dem Titel *«Das theilweise Holzigwerden des Markes einiger baumartiger Pflanzen»* darüber, dass das homogene weiche Mark derselben (z. B. Lonicera, Feige, Weintraube)

durch die Schichte der in grosser Masse verholzten Zellen, Diaphragma genannt, unterbrochen wird. Das Diaphragma dient zum Aufbewahren der Nahrung und des Wassers und zur Befestigung der Zweige.

Sitzung den 12. Oktober 1898.

1. *Moritz Staub* gedenkt in warmen Worten des Todes des Wiener Universitätsprofessors *Anton von Kerner*.

2. *Carl Schilberszky* legt eine Arbeit *Ladislaus Hollós*'s unter dem Titel «*Der wirkliche Trüffelpilz in Ungarn und andere neue Beiträge zur Kenntniss unserer unterirdisch wachsenden Schwämme*» vor.

3. *Moritz Staub* bespricht den ersten Band des «*Grundzüge der Pflanzenverbreitung in den Karpathen*» betitelten Werkes von *F. Pax*. Der Verfasser dieses Werkes ist Professor an der Universität Breslau, der die Karpathenflora wohl kennt und sein Buch, als hervorragendes Mitglied der *Engler*'schen Schule, den Principien der modernen Pflanzengeographie gemäss schrieb.

Unlängst erschien auch *J. Roemer*'s «*Die Flora des Burzenlandes*» betiteltes, zur Gelegenheit der Honterus-Feier verfasstes Werk, das die Schönheiten der Siebenbürgischen Flora in weiteren Kreisen bekannt machen wird.

Sitzung den 9. November 1898.

1. *Eugen Bernátsky* hält unter dem Titel «*Das Limnanthemum nymphaeoides (L.) Gmel. in der Flora Budapest's*» einen Vortrag, in welchem er ein getrocknetes Exemplar der im Juni des Jahres 1898 auf der Insel Csepel (nächst Budapest) gefundenen Pflanze vorzeigt. Er hält das Erwähnen dieser Date darum für wichtig, da er bisher nichts davon hörte, dass diese Pflanze in der Umgebung von Budapest vorkomme, obwohl sie im Pester Comitat bekannt ist. Er theilt seine auf diese Pflanze bezüglichen Forschungen mit.

2. *Ludwig Simonkai* hält einen «*Forschungen auf dem Gebiete unserer Baumflora*» betitelten Vortrag, den er mit zahlreichen Pflanzenexemplaren illustriert. Er meint, dass die sehr zahlreichen, aus dem Auslande hereingebrachten Pflanzen ein auf Grund der Erfahrung geschriebenes, streng kritisches Werk der ungarischen Dendrologie benöthigen. In diesem Werk müssten so den einheimischen Bäumen und Sträuchern, als den unter freiem Himmel bei uns cultivierten Baumpflanzen ein Platz eingeräumt werden. Die kön. ung. Naturwissenschaftliche Gesellschaft entsendete diesen Sommer Vortragenden zur Besichtigung der herrschaftlichen und staatlichen Gärten Ungarns. Er berichtet über dieselben. Mit besonderem Lob erwähnt er die staatlichen Gärten zu Schemnitz, Ungarisch-Altenburg, das ung. kön. Gärtnerlehrinstitut, insbesondere aber den botanischen Garten der Budapester Universität. Von den Privatgärten erwähnt er diejenigen des Erzherzogs Joseph zu Fiume und Alcsuth und

den des Erzherzogs Joseph August zu Kis-Tapolcsány. Die herrschaftlichen Gärten zeigen vom Standpunkte der Dendrologie in der letzteren Zeit keinen Fortschritt.

Die Arten der Cedern sind so im Ausland, wie in Ungarn schlecht definiert. Am besten gedeiht bei uns die *Cedrus Atlantica* Manetti. Das alte Genus der Spiræa ist nunmehr in viele Genera getheilt. Was wir auch heute noch unter Spiræa verstehen, sind 80—85 Arten, und diese zur Hälfte Hybriden. Einige der Arten fasst Vortragender in eine zusammen; so besonders die bei uns, aber auch in *Koehne's* Dendrologie unterschiedene *Spiraea obovata* W. K. und *Spiraea acutifolia* Willd. unter dem Namen *Spiraea hypericifolia* L. Er weist auch nach, dass die *Sp. obovata* W. K. bei uns gerade so wenig einheimisch ist, als z. B. die *Sp. salicifolia* L.

Alexander Mágócsy-Dietz giebt seiner Freude Ausdruck, dass *Simonkai* durch das kritische Studium des Spiræa-Genus auf ein und derselben Pflanze dimorphe Blätter fand und so die auch bei uns verwirrte Unterscheidung der Arten geklärt wird.

3. *Ludwig Thaisz* spricht unter dem Titel «*Beiträge zur Flora der Umgebung von Budapest und des Landes*» über das neuere Vorkommen einiger interessanten Pflanzenarten.

So erschien auf dem Budapest am nächsten liegenden Theil der Insel Csepel, am Ufer des todten Donauarmes, eine im Lande bisher unbekannte Pflanze: Amarantus græcisans L.

Diese nord-amerikanische Pflanze ist in Süd-Europa und Nord-Afrika schon lange heimisch. Das Erscheinen der Pflanze am genannten Ort erklärt Vortragender dadurch, dass an dem der Hauptstadt am nächsten liegenden Theil des Donauarmes ein Mistablagerungsplatz und theilweise aus Unrath hergestellte Eisenbahndämme sind; von da mochte sich die Pflanze auf die ausgetrockneten Stellen des Inundationsgebietes der Donau verbreiten. In Gesellschaft des Amarantus war auch die *Teloxys aristata L. Moq. Taud.* und der *Sciopus supinus L.* zu finden, den *Vinzenz Borbás* als zweifelhafte Pflanze in der Flora von Budapest erwähnt.

Neu ist, wenigstens für die Budapester Flora, die *Lappa ambigua* Čelak. (L. major tomentosa). *Emerich Szabó* fand im vorigen Jahre *Cardamine hirsuta* L. im Budapester Stadtwäldchen, welches in Budapest bisher auch unbekannt war.

4. *Alexander Mágócsy-Dietz* legt *Ladislaus Hollós'* «*Volksthümliche Pilzbenennungen*» betitelte Arbeit vor.

5. Derselbe theilt auf Grund der von *Ludwig Fekete* eingeschickten Daten der Fachsection mit, dass der *Ostria carpiniflora* genannte Baum nächst Légrád und Zákány im Somogyer Comitat in der Nähe der Drau vorkomme. Er theilt auch mit, dass die *Taxus baccata* nebst den bisher bekannten Orten (Bánd, Herend) auch bei Szent-Gál im Vesprimer Comitat gefunden worden ist.

Eugen Bernátsky erwähnt als Fundort der Taxus das Rollgebirge bei Oravicza.

Sitzung den 14. Dezember 1898.

1. *Eugen Bernátsky* trägt über «*Die vergleichende Gewebsstruktur der Limnanthemum nymphaeodes (L.) Lk. und der Nymphaea alba* vor.

2. *Stephan Csapodi* zeigt ein im Blumentopf gezogenes Exemplar der *Echinopsis Decaisneana* sammt der sich entwickelnden Frucht. Die Befruchtung der Blume dieser Pflanze erfolgte durch den Blumenstaub der daneben blühenden *Echinopsis Eyresii*.

Vortragender zeigt auch ein Exemplar der Echinopsis Eyresii, deren in grösserer Zahl entwickelte Keime sämmtlich an der Pflanze gelassen wurden und wegen dem Mangel an Raum in Folge des gegenseitigen Druckes verkümmerte Formen annahmen und an den Typus der Cereus erinnern; auch die Dornen bildeten sich viel feiner aus, als bei der regelmässigen Entwickelung.

3. *Alexander Mágócsy-Dietz* legt eine Abhandlung von *Ladislaus Hollós* unter dem Titel «*Bovista Debreciniensis (Hazsl.) De Toni*» vor. Der Verfasser nennt die Benennungen des interessanten Pilzes und erwähnt seine Fundorte. Er fand den Pilz auch in einer Höhe von 1200 Metern im Kaukasus, an einer Rinderweide. Er ähnelt dem Hasenmist, zwischen dem er gedeiht.

4. *Alexander Mágócsy-Dietz* giebt eine Uebersicht der botanischen Litteratur der letzteren Zeit.

C) Fachconferenz für Chemie und Mineralogie.

Sitzung den 25. Januar 1898.

1. *Stephan Bugarszky* machte in dem «*Ueber die Forschungen betreffend den Agregatzustand und die Lösungstheorie*» betitelten Vortrag die Auffassung *J. Traube*'s bekannt, von der er bei der neuen Bestimmung des Molekulgewichtes ausgieng und eine neue Erklärung des osmotischen Druckes und der elektrolytischen Dissociation gab.

Sitzung den 22. Februar 1898.

1. *Béla v. Bittó* bespricht in seinem Vortrag «*Ueber den Kalkinhalt des Tokaj-Hegyaljaer Weintraubenbodens*» die *Sahut*'sche Methode bezüglich der Adaptation des Weintraubenbodens und theilt die nach dieser Methode in Tokaj-Hegyalja gemachten Bodenanalysen mit.

Sitzung den 29. März 1898.

1. *Joseph Loczka* hält unter dem Titel «*Das Nachweisen von einer geringen Menge von Cadmium neben vielem Zink nach dem gewöhnlichen qualitativen Verfahren*» einen Vortrag. Er sucht den Grund davon, dass wenig Cadmium neben viel Zink durch Hydrogensulfid sich nicht aus-

scheidet, darin, dass man die Reagenz gewöhnlich in Anwesenheit von sehr vieler Salzsäure anwendet. Er fand, dass wenn wir aus circa drei Gramm Zink eine möglichst neutrale Lösung herstellen, diese auf 50 Cm^3 verdünnt, mit 1 Cm^3 concentrierter Schwefelsäure säuern und mit Hydrogensulfid sättigen, dann den sich bildenden Niederschlag auswaschen, in etwa 15—18 percentiger Salzsäure auflösen, eindampfen und in Wasser von 50 Cm^3 auflösen, dann aber wieder mit 1 Cm^3 concentrierter Schwefelsäure säuern und Hydrogensulfidgas durchleiten: so scheidet sich, wenn das Zink Cadmium enthält, ein gelber Niederschlag aus, welcher jedoch noch nicht ganz die charakteristische Farbe hat; wenn wir aber diesen Niederschlag nach dem früheren Vorgehen noch einmal auflösen unf auf dieselbe Weise mit Hydrogensulfid sättigen, scheidet sich das Cadmiumsulfid in einer schönen gelben Farbe aus.

Alois Schuller bemerkt, dass Cadmium in kleiner Quantität nach *Wartha* auch so zu finden ist, wenn wir das cadmiumhältige Zink in einer Platinschale mit Natriumhydroxyd so lösen, dass sich das Zink nicht gänzlich auflöse, und das Uebergebliebene auf Cadmium prüfen, Er erwähnt ferner, dass man auch die kleinste Quantität Cadmiums leicht erkennen kann, wenn man es vom Zink mittelst Destillierens im Vacuum abscheidet.

2. *Armin Frankfurter* legte die folgenden Inauguraldissertationen vor:

a) *Ludwig Klein:* «Ueber die Schwefellebern».

b) *Béla Szabó:* «Die Lösbarkeit des Lithiumcarbonats in kohlendioxydhältigem Wasser».

c) *Michael Penkert:* «Ueber das Ammoniak und seine Kohlenoxydverbindungen».

Sitzung den 26. April 1898.

1. *Friedrich Konek* weist in seinem Vortrag über das *Euchinin* nach, dass Aethylkohlensäureäther des Chinins keine so leicht sich zersetzende Verbindung ist, als es *Dr. Aba Sztankay* voraussetzte. Nach den Forschungen des Vortragenden wird das Euchinin nicht einmal vom kochenden Wasser zu Alkohol, Kohlensäure und Chinin zersetzt; sogar die Säuren und die alkalischen Metallhydroxyde sind nicht im Stande es leicht zu verseifen.

2. *Armin Frankfurter* legt die folgenden Inauguraldissertationen vor:

a) *Alexander Gödény:* «Das Chloralhydrat und seine Natriumreaction.»

b) *Nikolaus Moskovits:* «Ueber die Entstehung der Isonitramine».

c) *Edmund Telkessy:* «Die Anwendung des Kaliumbromats bei volumetrischen quantitativen Bestimmungen».

Sitzung den 31. Mai 1898.

1. *Carl Muraközy* trägt über «*Die Veränderung der Rübenschnitten der Zuckerfabriken in Gruben*» vor. Da die Litteratur keine Daten darüber aufweist, welche Veränderung die Rübenschnitten binnen mehr als neun Monaten in den Gruben durchmachen, ferner mit wie grossem Gewichtverlust das 12 Monate lange Stehen in der Grube verbunden ist, war es nothwendig sich eingehender mit dieser Frage zu befassen. Da der Gewichtsverlust durch directe Messung nicht festgestellt werden konnte, gründete er seine Berechnung auf die Quantität der die Asche bildenden Salze, aus welcher es sich ergab, dass der binnen 5—9 Monaten sich einstellende Gewichtsverlust, zwischen 40—50% des ursprünglichen Gewichtes der Rübenschnitten schwankt, in einem Jahr aber sich über 70% erhebt. Er bestimmte die Quantität der in der Grube während des Gährens sich bildenden Säuren, was er für wichtig hält, da seiner Meinung nach die in Gruben gehaltenen Rübenschnitten nicht als Futter benützt werden können.

Jakob Szilasi hätte es für nothwendig erachtet, dass Vortragender sich auch mit den getrockneten Rübenschnitten befasse. *Muraközy* hält diese Frage für bedeutungslos, da auch die getrockneten Rübenschnitten nur eingeweicht verwendet werden können.

2. *Ludwig Ilosvay* legt eine «*Neue Darstellungsmethode des Oxydimorphins*» betitelte Arbeit *Joseph Nussbaum*'s vor. Das Morphin kann auch durch Hydrogenperoxyd zu Oxydimorphin oxydiert werden. Es werden die Eigenschaften und Reagenzen des Oxydimorphins erwähnt. Der Verfasser hofft, dass im Falle einer Morphinvergiftung das Hydrogenperoxyd als Gegenmittel gute Dienste leisten werde und dass durch Hydrogenperoxyd auch andere Alkaloide zu Oxydialkaloiden umgestaltet werden können.

3. *Gustav Buchböck* legt die Inaugural-Dissertation *Otto Kronpechers*'s vor unter dem Titel «*Ueber den Eisengehalt der Pflanzennährmittel.*»

Sitzung den 25. Oktober 1898.

1. *Joseph Nuricsán* macht den gegenwärtigen Stand der bei den *Málnáser Kohlensäurequellen* begonnenen Arbeiten bekannt und giebt seiner Hoffnung darüber Ausdruck, dass das Unternehmen in kurzer Zeit seine Thätigkeit beginnen werde können und stündlich etwa 50 Kg. Kohlensäure verdichten werde. Die Málnáser Fabrik wird die zweite in Ungarn sein, welche natürliche Kohlensäure verdichtet.

2. *Sigismund Bernauer* theilt eine Verordnung des ung. kön. Ackerbauministeriums mit, in welcher in Angelegenheit der durch Behörden, Fachcorporationen und Private gegründeten chemischen Untersuchungs- und mikroskopischen Laboratorien verfügt wird. Vortragender schliesst aus den Ausweisen der Budapester Markthallen, dass die Controlle der Nahrungsmittel daselbst sehr mangelhaft sei. Er beantragt, dass die Fach-

section eine aus fünf Mitgliedern bestehende Commission wähle, welche sich mit der Verordnung befasst und bewirkt, dass auch Eigenthümer von Privatlaboratorien, wenn sie hiezu entsprechend ausgebildet sind, das Recht haben. für die Behörden rechtlich anerkannte Untersuchungen auszuführen.

Sitzung den 29. November 1898.

1. *Vinzenz Wartha* spricht in seinem Vortrag «*Ueber die Darstellung der Metalle*» von den Vorgehen, deren Zweck ist, bei der Verbrennungstemperatur der Kohle Heizstoffe von grösserer Verbrennungstemperatur zur Darstellung der Metalle zu benützen. Nach den bisherigen Erfahrungen bewährte sich am besten das Aluminium, welches bei günstiger Vertheilung staunend leicht das Chrom, das Mangan und das Eisenoxyd reduziert. Diese Methode arbeitete Goldschmidt aus, doch erwähnt er über die damit erreichbare Temperatur nichts. Wenn das Aluminium verbrennt, kann nach Berechnung des Vortragenden eine Temperatur von 4725° erreicht werden. Die bei dem Verbrennen sich entwickelnde Wärme kann nicht nur zur Reduzierung von Metalloxyden, sondern auch zum Schweissen von Metallen zweckmässig benützt werden.

Stephan Farbaky bemerkt, dass als er mit *Stephan Schenek* Accumulatoren construirte, sie auch zur Darstellung des Bleies als Heizmittel Zink verwendeten.

2. *Joseph Vértess* fasste in seinem Vortrag «*Ueber das Acetylen*» jene Erfahrungen zusammen, die über die Entwickelung, die Reinigung und das Versehen mit Brennern des Acetylens bis jetzt bekannt sind.

Zu diesem Gegenstande brachte auch *Ignatz Pfeiffer* und *Albert Grittner* Bemerkungen bei. Voriger sprach hauptsächlich über die Construktion des Brenners, während Letzterer hauptsächlich hinsichtlich der das Acetylen begleitenden Nebenproducte einige Bemerkungen machte.

Sitzung den 20. Dezember 1898.

1. *Béla Lengyel* trägt «*Ueber die Wirkung einiger Gase auf die photographische Platte*» (Siehe oben pag. 217—225) vor und gelangt zu dem Schluss, dass die reduzierten Gase auf das Bromsilbergelatin ähnlich wie das Licht wirken, indem sie das Bromsilber reduzierbar machen mit den gewohnten Hervorrufern, ferner, dass diejenigen Metalle, die mit verdünnten Säuren Hydrogen entwickeln, auch auf das Bromsilbergelatin wirken, und zwar auf die Weise, dass sie aus den Dämpfen der Luft Hydrogen entwickeln, was in Wirklichkeit die Reduction bewirkt, nicht aber der Metalldampf, oder die von jenem ausgesandten unbekannten Strahlen.

2. *Ludwig Ilosvay* berichtet über den Vorschlag der zur Festsetzung der Atomgewichte entsandten deutschen Commission, auf dessen Grund die Fachconferenz ausspricht, dass sie die durch die Commission beantragten Atomgewichte in der Praxis so lange anwenden wird, bis eine pünktlichere Bestimmung nicht deren Abänderung benöthigt.

D) Fachconferenz für Physiologie.

Sitzung den 1. Februar 1898.

1. *R. Bálint* zeigt in seinem Vortrag «*Ueber einen Fall der Cebocephalia auf Grund histologischer Untersuchung*» ein abnorm entwickeltes Gehirn, an welchen den Platz der Hemisphären eine 1 Cm. dicke Blase einnimmt. Es fehlen gänzlich die Riechpartien des Gehirnes und dem entsprechend ist auch das äussere Riechorgan verkümmert. Die Thalami sind zusammengewachsen. Das Mittel-, das verlängerte und das kleine Gehirn sowie das Rückenmark sind ganz normal, es fehlen bloss die Bänder, welche von der Rinde gegen die Peripherie zu wachsen.

2. *L. Thanhoffer* zeigt eine von ihm selbst construirte *neue Agyschemazeichnung* vor, welche das Zustandekommen der dem Platz und der Dimension der einzelnen Durchschneidungen entsprechenden Gefühls- und Bewegungslähmungen veranschaulicht.

Sitzung den 1. März 1898.

1. *Emil Grósz* hielt unter dem Titel «*Beiträge zur Pathologie des Sehnerves*» einen Vortrag. In den letzten Jahren machte er das Studium jenes Zusammenhanges zu seiner Aufgabe, in welchem die Entartungen des Sehnerves mit den allgemeinen Krankheiten stehen. Die Erforschung dieses Zusammenhanges führt einestheils zur Erkenntniss der feineren Structur und Function des Sehnerves, andererseits macht es aber die Feststellung, sogar Heilung von schweren organischen Leiden möglich. Im ersten Semester dieses Studienjahres nahm Vortragender im Laboratorium der Augenklinik 30 Augen und Sehnerven in Arbeit; unter diesen kam in 9 Fällen Tabes dorsalis, in 2 Fällen Diabetes mellitus, in 12 Fällen Gehirngeschwulst etc. vor.

Der Diabetes mellitus kann ausser der Linse und dem Nervenepithel auch den Sehnerv angreifen, wo dann die Krankheit des Letzteren in Form der Neuritis retrobulbaris erscheint. Die durch den Diabetes verursachte Veränderung ist mit jener identisch, welche die Cannabis indica, das Blei, das Jodoform, das Kohlensulfid, das Joduret hervorruft.

Er unterstützt durch neue klinische und anatomische Forschungen seine schon vor zwei Jahren ausgedrückte Ansicht, dass eines der frühesten und beständigsten Symptome der Tabes dorsalis die Atrophie des Sehnerves ist, dass der Sitz der Sehstörung der intraorbitale Theil des Nerves ist, dass die Atrophie einen ascendenten Charakter hat, es deutet sogar vieles dahin, dass der Ausgangspunkt die Ganglienschichte der Retina ist.

Er hält seine im vorigen Jahr ausgedrückte Meinung aufrecht, dass die echten Neoplasmen durch Strangulieren seitens einer Papillitis hervorgerufen werden, die Gumma und das Tuberculum aber durch die Verbreitung der Entzündung nach unten zu verursacht wird. Diese Auffassung demonstriert er durch fünf neue Fälle. Endlich weist er auf die Nothwendigkeit hin, dass jeder der unter anatomische Untersuchung

kommenden Fälle noch im Leben einer sorgfältigen Untersuchung unterworfen werden könne, und dass die anatomische Forschung in der ganzen Ausdehnung des ersten Gliedes der Sehbahn gemacht werden könne.

2. *Koloman Tellyesniczky* zeigt verschiedene *Hodenpräparate* vor: zuerst von einem Frosch mit vielen Hoden, an dessen beiden Seiten ober den normalen Hoden noch bis zum Rande des Magens etwa 10—15 Stück kleinere und grössere Hoden in der Grösse der Spitze einer Stecknadel, und kleinere getrennte Hoden gefunden wurden. Die mikroskopische Untersuchung ergab, dass in sämmtlichen eine ganz normale Samenfadenentwicklung in Gang war. Dann zeigt er den Hoden eines 15jährigen Knaben, der auf der Klinik des Professors Réczey wegen seitlichem Cryptorrhismus ausgeschnitten wurde. Aus der Untersuchung gieng hervor, dass es gänzlich im embryonalen Zustand verblieben war, da auch in den engen Hodenröhren bloss die für den embryonalen Hoden charakteristischen zweierlei Zellen zu sehen waren. Zum Vergleich zeigt er endlich Hoden von erwachsenen Menschen, von Ratten, Meerschweinchen, Salamandern etc.

Sitzung den 22. März 1898.

1. *Ernst Jendrássik* sprach «*Ueber die oscillierenden Ströme*». Diese Ströme werden in der neuesten Zeit in Bezug sowohl ihrer physiologischen, als ihrer Heilwirkung der Untersuchung unterworfen und obwohl unsere hierauf bezüglichen Forschungen noch sehr mangelhaft sind, thut es Noth, uns mit der aus diesen Gesichtspunkten interessanten Form des elektrischen Stromes zu befassen. Vortragender erklärt diese Umgestaltung des elektrischen Stromes durch die Analogie der Hydrostatik und Hydrodynamik und demonstriert durch Experimente die während des Oscillierens sich entwickelnden Strahlen, wobei sich sehr überraschende Inductionswirkungen einstellen. Von diesen sind von physiologischem Standpunkt jene am interessantesten, in denen der durch den menschlichen Körper gehende Strom, ohne dass es stark fühlbar wäre, auch starke Glühlampen zum Leuchten bringt. Die bisher gegebenen Erklärung dieser Erscheinung hält er für ungenügend. Seiner Meinung nach geht bei dieser Gelegenheit kein grösserer Strom durch den Körper, als einer von einzwei Milliampèren und dieser giebt in Folge der grossen Spannung das Licht. Die zum Leuchten nöthige Anzahl von Watt wird nämlich auch dann hervorgebracht, wenn die Intensität sehr gering ist, vorausgesetzt, dass die Spannung genügend gross ist.

2. *Samuel Beck* demonstriert *eine interessante und bisher unbekannte Farbenreaction der in den Fettzellen des Fettgewebes unter der Haut manchmal vorkommenden Margarinkrystalle.* An den mikroskopischen Präparaten, die aus dem Fettgewebe eines an Myxœdema Erkrankten herrührten, war zu sehen, dass die grossen rundeu Lücken von dem die Fettzellen umfassenden Bindegewebe dunkel blau oder grünlich blau gefärbt wurden, die diese Fettzellen stellenweise gänzlich ausfüllenden, windrosenförmigen

Krystallnadelgruppen aber eine lebendig rothe Farbe zeigten. Diese auffallende zweifache Färbung wird durch Farbenveränderung dann hervorgerufen, wenn wir die Schnitte des in Alkohol gehärteten und Margarinkrystalle enthaltenden Objectes einfach durch wässerige Lösung von Methylenblau färben und dann in dünner Pikrinsäurelösung auswaschen. Vortragender schloss die Schnitte nach der Behandlung mit Pikrinsäure gleich in eine dicke Lösung von Gummi arabicum, in vorhinein auf den Umstand rechnend, dass die bei dem Eintrocknen sich bildenden Krystalle und Niederschlag die Reinheit des Präparates stören werden. Die Methode bewährte sich glänzend, da die Margarinkrystalle nicht bloss ihre rothe Farbe behielten, sondern diese noch lebendiger wurde. Die Fettkrystalle pflegen die histologischen Handbücher immer bloss als postmortale Bildungen zu erwähnen, welche mehrere Stunden nach gänzlichem Auskühlen der Gewebe sich aus dem Fett ausscheiden. Man hält sie überhaupt nicht für solche Erscheinungen, welche durch irgend eine physiologische Wirkung hervorgebracht werden, noch schreibt man ihnen eine pathologische Bedeutsamkeit zu. Vortragender ist der Meinung, dass die Margarinkrystalle auch die Ursachen eines pathologischen Processes sein können.

Der andere Gegenstand seines Vortrages waren *zwei Präparate von lepröser Haut.* Seitdem *Hansen* den Leprabacillus entdeckt hat und danach denselben auch *Neisser* beschrieb, dauert der Streit die Virchow'schen Leprazellen betreffend noch heute fort. Es ist nämlich die Frage unentschieden, ob diese grossen, mit Bacillen vollgestopften und manchmal scheinbar Kerne besitzenden Gebilde wirklich Zellen sind, oder freie Bacillen in eine Glœamasse gebettet, die in den Spalten des Bindegewebes sich befindet, so wie es *Unna* in seinen hierauf bezüglichen Arbeiten behauptet. Es ist also von der pathologisch wichtigen Frage die Rede, ob die Leprabacillen intra- oder extracellular in dem Gewebe sind.

Mit diesem Vortrage im Zusammenhang theilt *Anton Genersich* mit, dass auch in den Zellen an Gangræna erkrankter Individuen Margarinkrystalle zu finden sind, und auch an lange in Alkohol stehenden Präparaten sich solche bilden. Ihre Entwicklung kann so erklärt werden, dass der Spiritus das Innere der Fettzellen allmählig und ungleich herauslöst, so, dass zuerst die am leichtesten diffundierenden dünnen öligen Bestandtheile durch die Zellenwand dringen, dann die dichteren, während die unlösbaren Theile in Form von Margarin-Nadeln krystallisieren.

Sitzung den 19. April 1898.

1. *Felix Szontagh* hält unter dem Titel »*Vergleichende Untersuchungen über die chemische Zusammensetzung des normalen und des diphteritischen Pferdeblutserums*» einen Vortrag, in dem er über die Forschungen berichtet, die er im Verein mit *Oskar Wittmann* im physiologischen Institut der Budapester thierärztlichen Akademie machte. Diese Forschungen beziehen sich auf den Nucleoalbumingehalt des Serums, auf das Verhältniss des Globulins zum Albumin, auf den Eiweissgehalt, das specifische Gewicht,

das Sinken des Gefrierpunktes, den Aschengehalt und die elektrische Leitungsfähigkeit desselben. Zwischen dem zweierlei Serum ist in Hinsicht auf den Eiweissgehalt, hauptsächlich aber bezüglich der elektrischen Leitungsfähigkeit ein Unterschied vorhanden.

2. *Stephan Bugarszky* trägt «*Ueber das Salzsäure-, Natriumhydroxyd- und Kochsalzbindungsvermögen der eiweissartigen Stoffe*» vor. (S. p. 322 dieses Bandes.)

Sitzung den 10. Mai 1898.

Franz Tangl trägt «*Ueber die molekulare Concentration des Blutserums*» vor. (S. p. 323 dieses Bandes.)

Sitzung den 24. Mai 1898.

1. *Franz Tangl* spricht in seinem Vortrag «*Die Wirkung des Trinkens auf die Ausnützung der Nahrung*» über seine an Pferden gemachten Versuche, die ergaben, dass zur Ausnützung des Futters am besten ist, wenn man das Thier nach dem Füttern tränkt; am wenigsten gut ist das Tränken vor dem Füttern.

2. *Dr. Armin Landauer* hält einen Vortrag unter dem Titel «*Der Einfluss der Galle auf den Stoffwechsel*» einen Vortrag. (S. Bd. XV. dieser Berichte pp. 75—114.)

3. *Franz Tauszk* zeigt den *Fleischl-Mischer'schen Haemometer* in seiner modificierten Form.

Sitzung den 4. Oktober 1898.

Elemér Tóvölgyi sprach «*Ueber die Elevationen der Schlagadercurve*». Seine Forschungen führten zu dem Resultat, dass alle drei Elevationen die Folge ein und derselben Ursache, nämlich der Reflection auf der Peripherie sind.

Sitzung den 29. November 1898.

Dr. Eduard Krompecher hielt über eine von ihm festgestellte *neue Gruppe der Carcinome* einen Vortrag. Er nennt diese Krebsart drüsenartiger Epithelkrebs (carcinoma epitheliale adenoides). Vortragender weist nach, dass diese Krankheit von dem Epithel ausgeht und somit ein wirklicher Krebs ist. In ihrer mikroskopischen Structur und klinischen Erscheinung ist sie von dem gewöhnlichen Krebs verschieden. Unter dem Mikroskop sind unverhärtete, aus spindelartigen Zellen bestehende Nester, Bündel, Röhren und Schläuche sichtbar, oft mit spitzenartigem Muster, die aus der drüsenartigen Einstülpung des Epithels stammen. Diese Krebskrankheit ahmt sozusagen die embryonale Drüsenbildung nach, nur dass die Epithelzellen fortwährend, ziellos sich vermehren, die benachbarten Organe vernichten und, sich selbst überlassen, den Tod herbeiführen. Auch klinisch kann diese Krankheit leicht erkannt werden. Im Gesicht bilden sich gewöhnlich kleinere und grössere Geschwüre mit aufgeworfenen Rändern, an den übrigen Körpertheilen aber pilzartige Geschwülste. Charakteristisch ist es, dass diese Geschwüre, gegenüber den anderen Krebskrankheiten, nicht am Berührungspunkte der Aussenhaut und der Schleimhäute, sondern an irgend einer anderen Stelle der Haut

sich entwickeln, dass die benachbarten Drüsen selten anschwellen, dass die Geschwüre langsam wachsen und dass sie verhältnissmässig nicht so gefährlich sind, wie bei der gewöhnlichen Krebskrankheit. Sie fangen mit dem Entwickeln eines linsengrossen Kügelchens an, welches bald schwärig wird, Jahre hindurch langsam zunimmt, auf einmal aber sich rasch zu entwickeln beginnt. Diese Krankheit entwickelt sich zwischen dem 40-ten und dem 70-ten Lebensjahre; ihre Ursache ist, wie die eines jeden Krebses, unbekannt. Die einzige Heilung ist die frühzeitige Operation.

Sitzung den 13. Dezember 1898.

Dr. Desider Kuthy besprach unter dem Titel «*Physiologie in der Hydrotherapie*» die physiologischen Grundlagen der Wasserheilmethode. An 23 Tafeln demonstrierte er die Wirkung der Temperaturreize auf das Lumen und den Tonus der Adern, die Vertheilung des Blutes im Organismus, das Betragen der Zusammenziehungen des Herzens, bezüglich deren Zahl und Intensität und auf die Tiefe und den Rhythmus des Athmens. Unmittelbare locale Wirkungen, Wirkungen von fernen Punkten und allgemeine kalte oder auch nur kühle Wirkungen des Wassers steigern die Herzthätigkeit. Dann demonstrierte er an einer Reihe von Ergogrammen die die Muskelkraft hebende Wirkung der Behandlung mit Wasser und der Massage. Der Muskel kann der Ermüdung nach Anwendung einer kühlen Behandlung besser Widerstand leisten, und kann, wenn er schon ermüdet ist, durch ein sogenanntes abkühlendes Bad wieder zur Arbeitskraft erweckt werden. Die Einwirkung der hohen Temperatur kann auch Fieber verursachen, wie das Vortragender an sich selbst beobachtete; diese Temperaturerhöhung verschwindet gewöhnlich nach $^1/_4$—$^3/_4$ Stunden.

III. Die «**Ungarische Geologische Gesellschaft**» hielt im Jahre 1898 Sitzungen, deren Protokolle wir im Folgenden wiedergeben (anschliessend an pp. 389—396. des XV. Bandes):

Sitzung den 5. Januar 1898.

1. *Desider Laczkó* trägt in seiner «*Neue Beiträge zur geologischen Kenntniss der oberen Trias- und Liasschichten des Bakonyer Waldes*» betitelten Abhandlung die Daten vor, die er gelegentlich seiner neueren Untersuchungen bei Wesprim sammelte. In dem Gestein repräsentiert der «Wesprimer Mergel» die Cassianer und Rhætischen Schichten; ein grosser Theil der Dolomite der Umgebung stammen aus früherer Zeit, als die Rhætischen Schichten und sind auch älter, als der Hauptdolomit. Am nördlichen Abhang des Popodberges wurde ein bisher unbekanntes Liasgebiet bekannt, das einen ganz alpinischen Charakter hat.

2. *Ludwig Lóczy* hält unter dem Titel «*Bemerkungen zu den durch Desider Laczkó im Wesprimer Mergel und in der Liasschichte am Popodberg gesammelten Fossilien*» einen Vortrag, in dem er den stratigraphischen Werth der erwähnten Gesteine eingehender würdigt.

3. *Dr. Franz Schafarzik* legte eine Abhandlung *Dr. Julius Szádeczky's* unter dem Titel «*Ein neues Ganggestein aus Assuan in Egypten*» vor. Das erwähnte Gestein wurde in einem Granitbruch gefunden. Von den ursprünglichen Mineralien ist darin der Augit am unversehrtesten, während der Olivin nahezu gänzlich zu Serpentin geworden ist. Von den nicht ursprünglichen Mineralien ist darin Chlorit und Calcit enthalten. Der Verfasser betrachtet das Gestein als neu entdeckt und nennt es «Józsefit».

Dr. Franz Schafarzik meint, dass das fragliche Gestein, aus der Beschreibung beurtheilt, nicht genügend unversehrt für eine pünktliche pertrographische Bestimmung war, und rechtfertigt dann seine Ansicht, nach welcher das Gestein ein sehr verwitterter Diabas sein könnte.

Auch *Dr. Alexander Schmidt* findet, dass die mitgetheilte Analyse den Daten der mikroskopischen Untersuchung widerspricht, und dem zur Folge von einem neuen Gestein gar nicht die Rede sein könne.

Sitzung den 2. März 1898.

1. *Dr. Anton Koch* theilt *seine neueren Beobachtungen über den berühmten Gesteinfundort zu Felső-Lapugy* mit. Vortragender sammelte 11,394 Exemplare, die 395 Arten angehören. Diese verglich er mit den Arten der benachbarten Fundorte und konnte hieraus sehr interessante Folgerungen betreffs der Häufigkeit der Arten machen.

2. *Dr. Béla Lengyel* besprach in seiner «*Der Illyés-See (Maros-Tordaer Comitat) und die chemische Analyse seines Wassers*» betitelten Abhandlung den See, welcher in der Nähe von Szováta unter Salzfelsen sich erstreckt. Der See war in den Jahren 1873 und 1874 noch nicht vorhanden und entstand wahrscheinlich dadurch, dass die in der Tiefe entspringenden warmen Quellen die Salzmassen auflösten und dem zu Folge Senkungen vorkamen, die das Becken des jetzigen Sees, der 8—10 Joch gross ist, bildeten. Die Tiefe des Sees ist durchschnittlich 20 M.; die Quantität der in einem Liter seines Wassers aufgelösten Salze ist 233·75 G., das specifische Gewicht ist bei 15° C. 1·174. Der badende Mensch geht darin nicht unter; die Temperatur ist wechselnd; auf der Oberfläche beträgt sie 16—20°, in der Tiefe von 0·5 M. 30—40°, über 4 M. schon 60° C.

Dr. Ludwig Lóczy hält es für wahrscheinlich, dass dieser See, gerade so, wie die übrigen kleineren Seen dieser Gegend, seine Entstehung der Rutschung der ganzen Berglehne verdanke.

3. *Dr. Emerich Lörenthey* zeigt *Krebse aus dem Trias* vor, welche er in einer in der Akademie gehaltenen Sitzung näher beschrieben hat.

4. *Alexander Kalecsinszky* legt die im chemischen Laboratorium des ung. kön. geologischen Institutes gemachten *chemischen Analysen* vor, deren eine sich auf das Salzefflorescieren am Ufer des Ruszanda-Sees im Torontaler Comitat bezieht. Dieses Salz enthält bloss 4% Soda und 86% schwefelsaures Natron. Vortragender theilt ferner mit, dass im vorigen Jahr bei der Untersuchung des Bodens der zu Budapest im Bau begriffenen

neuen Brücke in einer Tiefe von 17·6 M. 47° C. warmes artesisches Wasser aufstieg. Aus der Analyse dieses Wassers konnte constatiert werden, dass es in jeder Beziehung einen ähnlichen Charakter hat, wie die heissen Quellen des Blocksberges.

Dr. Thomas Szontagh bemerkt, dass das Aufquellen dieses Quellenwassers, so wie das einer jeden Blocksberg-Quelle eine secundäre Erscheinung sei.

5. *Heinrich Horusitzky* trug «*Ueber die agronomisch-geologischen Verhältnisse des nordwestlichen Theiles von Budapest*» vor. Er theilt die Bodenqualität des in Rede stehenden Gebietes in 21 Hauptgruppen und bezeichnet die Bodenarten, welche für Weinzucht geeignet sind.

Sitzung den 6. April 1898.

1. *Julius Halaváts* hält «*Ueber die Kiesel der Umgebung von Budapest*» einen Vortrag und bespricht bei dieser Gelegenheit zwei Kieselablagerungen, von denen sich eine am linken Donauufer, zwischen Rákos-Keresztur und Puszta-Szt.-Lőrincz, die andere am rechten Ufer, bei Ercsi befindet. Im geologischen Sinne ist die am linken Ufer die ältere, da sie die Mastodonüberreste in den Levanteer Stock versetzen. Die in der rechtsufrigen Ablagerung vorkommenden Ueberreste von Mollusken lassen eine Zeitbestimmung nicht zu; aber die nicht selten vorkommenden Ueberreste von *Elephas meridionalis* sprechen für das Diluvium.

2. *Dr. Gustav Melczer* legt «*Mineralogische Mittheilungen*» vor, die sich auf die am Mathiasberg bei Budapest und am Fuchsberg bei Üröm gesammelten Calcite beziehen. An letzterem Ort kommen die Calcite in den Höhlungen des Dachsteinkalksteines neben Tropfsteingebilden vor; sie sind skalenoëderartig ausgebildet, die Krystalle haben in Folge der übertriebenen Entwickelung einzelner Flächen eine eigenartige gestreckte Form. Diese Calcite sind darum besonders interessant, da darunter Zwillingskrystalle nach $\pi(0112) = -{}^1/_2R$ sind, die denjenigen aus Grandjuato in Mexico ähnlich sind. Am Mathiasberg sind die Calcite auf Orbitoidkalkstein zu finden. Unter den Skalenoëdern befinden sich auch Zwillingskrystalle nach $\pi(0221) = -2R$. Vortragender erkannte die beiden Zwillingsgesetze auch an den Calciten vom kleinen Schwabenberg; bisher waren nur die, der Basis nach, Zwillinge an diesen Krystallen bekannt.

3. *Dr. Ludwig Ilosvay* trägt die Ergebnisse der «*Neueren Untersuchung der Luher Margarethen-Quelle*» vor, und vergleicht diese Analyse mit den vor 20, resp. vor 10 Jahren ausgeführten. Die Zusammensetzung dieses Wassers verändert sich wesentlich und zwar nicht in Folge einfacher Verdünnung, sondern wahrscheinlich in Folge der Veränderung der Bahnen des Wassers, das sich fortwährend einen anderen Boden sucht. Am auffälligsten ist, dass jetzt darin wieder die Borsäure erschien, die vor 10 Jahren gänzlich fehlte, im Jahre 1877 aber vorhanden war; ferner enthält es nunmehr Natriumcarbonat und auffallend vermehrte sich die Kohlensäure, die jetzt etwa 20-mal so viel ist, als vor 20 Jahren.

Sitzung den 4. Mai 1898.

1. *Alexander Kalecsinszky* bespricht «*Die chemische Zusammensetzung der Serpentine aus dem Krassó-Szörényer Comitate*». Alle Serpentine enthalten Magneteisen; ihr Pulver ist, befeuchtet, auf Curcuma oder rothes Lakmuspapier von bemerklicher alkalischer Wirkung. Besonders schwankend ist ihr Calciumgehalt, und wenn er 30% beträgt, schmelzen sie, während sie im entgegengesetzten Fall feuerfest sind und nicht einmal bei 1500° schmelzen. Das ursprüngliche Gestein enthält kaum Wasser, der SiO_2- und CaO-Gehalt ist grösser, MgO enthält es bedeutend weniger, als der Serpentin; auch das specifische Gewicht des ursprünglichen Gesteins ist grösser, als dasjenige des Serpentins, was durch das Wachsen des Volumens in Folge der Wasseraufnahme erklärt werden kann.

2. *Dr. Theodor Posewitz* zeigte *die Ueberreste eines Saurius aus der Kohle der Fünfkirchner Unter-Diasperiode* vor.

3. *Hugó Böckh* theilt «*Beiträge zur Frage des Pecten denudatus und Pleuronectis comitatus Font.*» mit. Aus dem ungarischen Schlier, aus den Comitaten Gömör und Baranya untersuchte Vortragender 25 Exemplare, die mit der Beschreibung der erwähnten Arten übereinstimmen. Er machte die Erfahrung, dass zwischen diesen zwei Arten so viele Uebergangsformen existieren, dass es zweckmässig wäre, sie in eine Art zu vereinigen. Andere von den erwähnten Fundorten stammende Gesteine stimmen mit den Gesteinen des österreichischen Schliers überein, weshalb er auch den ungarischen zum unteren Mediterran zählt.

4. *Dr. Moritz Staub* sprach «*Ueber die Gebilde, welche den durch das fliessende und Sickerwasser entsprungenen Pflanzenabdrücken ähneln.*» Er erwähnt die aus der Litteratur bekannten Gebilde, von denen nunmehr bekannt ist, dass sie ihre Existenz dem fliessenden oder dem Sickerwasser verdanken und die wegen ihrer Aehnlichkeit mit den Pflanzenabdrücken schon als Pflanzen beschrieben worden sind; er zeigt zwei Gebilde vor, die sich auf geschlemmtem Porzellanboden entwickelten. Das eine erinnert an *Sphenopteris*, das andere an *Lepidodendron*. Den Ursprung derselben erklärt er auf Grund einer Mittheilung von *Ludwig Petrik*.

Sitzung den 1. Juni 1898.

1. *Dr. Moritz Pálfy* bespricht in seinem Vortrage: «*Beiträge zu den geologischen und hydrologischen Verhältnissen der Umgebung von Székelyudvarhely*» die geologischen Gebilde dieser Gegend. Diese sind: Mediterranthonmergel, auf dieses gelagertes Sarmata Conglomerat und über dem Andesittuff; an beiden Seiten des Nagy-Küküllő Flusses sind kleinere diluviale Kieselablagerungen. Nach der kurzen Beschreibung der Hydrologie dieser Gegend bespricht er die geologischen Verhältnisse des Székelyudvarhelyer Salzbades, des Szejkebades und der davon einen halben Kilometer weit entfernten Sauerwasser-Quelle.

2. *Coloman Adda* beschreibt den «*Querschnitt des Neusatzer artesischen Brunnens*». Das Bohrloch, welches einen Durchmesser von 40 Cm.

hat, geht bis zu einer Tiefe von 193 M. hinunter; das Bohren war von Erfolg gekrönt, insofern der Brunnen in einer Minute 240 Liter 24° C. warmes Wasser giebt, welches 4·5 M. hoch springt; sie fanden aber auch schon ein oberes Wasserreservoir, dessen Wasser 17° C. hat. Die Reihe der durchbohrten Schichten erinnert in vieler Hinsicht an die benachbarten Brunnen; bei den Bohrungen erreichten sie den Pontuser Thon am Rand des Fruska Gora Gebirges noch nicht; die Schichten des Wasserreservoirs gehören der Levanteer Etage an und zwar auf Grund der Versteinerungen, zu den Paludinaschichten. Ihre Dicke ist beinahe so, wie in dem artesischen Brunnen zu Maria-Theresiopel, doch sind sie hier tiefer gelegen.

Dr. Ludwig Lóczy bemerkt, dass nach den Beobachtungen von *Halavâts* die Levanteer Etage bei Maria-Theresiopel sich über die Oberfläche erhebt, nach *Adda* aber diese Schichten tiefer liegen; aus dem ist zu sehen, dass die Levanteer Etage ähnlicherweise uneben ist, als gegenwärtig die Oberfläche der grossen ungarischen Tiefebene. Diese Unebenheit kann nicht nur von der Erosion herstammen. Auch gegenwärtig ist an den Rändern der grossen Ebene in der Nähe der Berge die absolute Höhe geringer, als gegen die Mitte der Ebene, obgleich zu erwarten wäre, dass sie gerade an den Rändern grösser sei, da die Ablagerungen der Flüsse hier zuerst vorkommen. Hieraus schliesst er hypothetisch, dass an den Rändern des Beckens schon im Levanteer Zeitalter grosse Senkungen vorkamen.

3. *Dr. Carl Zimányi* bespricht »*Die Krystallform des Kotterbacher (Comitat Szepes) Pyrites.*« Die 0·5—8 Mm. grossen Pyritcrystalle wuchsen im grosskörnigen Siderit oder in dem diesen durchgehenden weissen Quarz. Die Zahl der beobachteten Formen ist 49; von diesen sind 29 Pentagondodekaeder, 14 Diakisdodekaeder, 2 Ikositetraeder, 1 Triakisoktaeder, schliesslich (100), (111) und (110). Viele der Formen sind neu; auffallend sind die vielflächigen Combinationen; an den combiniertesten konnte man 19, 23 und 33 einfache Formen unterscheiden.

4. *Dr. Moritz Staub* zeigt ein Exemplar des *Chondrites Goepperti Gein.*, welches *E. Rzehak* in Troppau der Gesellschaft zum Geschenk gemacht hat. Diese Pflanze wurde bei Odvan in Oesterreichisch-Schlesien in vier Exemplaren in einem neu eröffneten Dachschieferbruch gefunden. Vortragender theilt auch die Litteratur mit, welche seit 1873 sich mit der Erforschung der *Chondrites* genannten Algæ befasst, von *Nathorst* bis *Rothpletz*, und auf Grund deren glaubt er, dass nicht jedes als *Chondrites* beschriebene Petrefact eine urweltliche Alge ist; doch ist auch nicht jede *Chondrites* genannte Alge die Spur eines Wurmes.

Sitzung den 9. November 1898.

1. *Dr. Moritz Pálfy* legt die *in den Jahren 1896—1898 geologisch aufgenommene Karte der XXIII. Abtheilung der 19. Zone (Magura)* vor. Diese Karte enthält das Gyaluer Hochgebirge. Durch das Gebiet zieht sich von Norden nach Süden eine mächtige Granitmasse, auf welche westwärts

und ostwärts sich der zur oberen und zur unteren Gruppe gehörige Krystallschiefer lagerte. Paleozooer und Mezozooer Gebilde — Dyas vernicano, Sandstein, darüber Triaskalk, ein wenig Liasschiefer und Kalkstein aus der Liasperiode — sind nur im Südwesten zu finden. In der Nähe der Gemeinde Meleg-Szamos lagerte sich an einem kleinen Gebiet auf die jüngste Gruppe des Krystallschiefers Sandstein aus der oberen Kreidezeit. Triasgebilde unterer bunter Lehm, Perforata — und untere Grobkalkschichten — sind blos aus dem Eocen bekannt.

2. *Dr. Anton Koch* legt »*Ein neues geologisches Lehrmittel*« vor. *Dr. Michael Tóth*, Bürgerschuldirektor zu Nagyvárad, verfertigte nämlich, nach den Unterweisungen des Vortragenden, aus natürlichem Stoff das geologische Profil der Kleinzeller Hochebene nächst Alt-Ofen in einer Grösse von 130 Cm. Länge und 40 Cm. Höhe. In Verbindung damit theilt er auch die eigenen Beobachtungen, die er an der erwähnten Stelle machte, mit. Die Hochebene ist unmittelbar auf dem Kleinzeller kalkhältigen Triasthon aufgebaut; die Reihe der Schichten ist von unten nach oben die folgende: unmittelbar über dem kalkhältigen Thon liegt Sand, darüber gelber Lehm, etwa 4 M. dicker, körniger Kalktuff, in einer Dicke von 0·5 M. Lehm, 4—6 Meter dicker Kalktuff und zu oberst feiner Kalkschlamm. Der Sand lagerte sich im alten Inundationsgebiet der Donau ab, doch konnte Vortragender das Zeitalter nicht bestimmen, in welchem diese Ablagerung stattfand. Im untersten Kalktuff ist die Zahl der Petrefacten klein, in dem darüber liegenden, etwa 50 Cm. dicken Lehm sind gar keine vorhanden; dieser ist wahrscheinlich von den höheren Stellen hierher getragen worden; im oberen Kalktuff sind viele Petrefacten; zu oberst lagerte sich loser Seekalkschlamm nieder, der wahrscheinlich auch aus der Quaternärperiode stammt.

Dr. Ludwig Lóczy hält es für unzweifelhaft, dass die Kleinzeller Kalksteinterasse den alten Thalgrund der Donau einnahm und einen grossen Umfang hatte. In allen Gegenden der Umgebung von Budapest ist der Süsswasserkalkstein zu finden. Den auf den Ofner Mergel gelagerten losen Sand betrachtet er, trotz seiner irreführenden Schichtung, für die Ablagerung eines Flusses, welcher an den verschiedenen Stellen des Beckens nur durch die wechselnde Geschwindigkeit des Wassers und durch die Geschwindigkeit der Stromrichtung sich gestaltet. Den unter dem Kalktuff befindlichen Lehm betreffend setzt er ebenfalls keine anderen Verhältnisse voraus. Endlich macht er darauf aufmerksam, dass in Ungarn nirgends Gletscherspuren unter 900—1000 M. absoluter Höhe zu finden sind.

3. *Dr. Anton Koch* zeigt »*Walüberreste aus Klausenburg*« vor. Beim Bau eines Hauses fand man etwa in der Tiefe von 3 M. an der Grenze des zu der Sarmatschichte gehörenden Sandes und im Myocenthon zwei Walwirbel. Diese Wirbel gehören nach ihren Dimensionen, Form und Gewebsstructur zweifellos in die Familie der *Physeteridae*, und zwar in das Genus *Berardius*.

4. *Géza Bene* bespricht eine «*Die Rolle der Algen bei der Kohlenbildung*» betitelte Abhandlung vom Lilleer Universitätsprofessor *Bertrand*.

Sitzung den 7. December 1898.

1. *Dr. Franz Schafarzik* legte eine Abhandlung unter dem Titel «*Die von industriellem Standpunkt wichtigeren Gesteine des Neutraer Comitates*» vor. Auf Grund seiner eigenen Forschungen beschreibt er die geologische Structur der in diesem Comitat befindlichen Gebirge. Es sind dies Schollengebirge, in denen die verschiedenen Formationen sich alle in einer Richtung neigen, die Ränder sind von Dislocationen begrenzt, in deren Nähe an mehreren Stellen warme Quellen entspringen, so z. B. bei Pistyán. Den Kern der Gebirge bildet der Krystallschiefer; darauf liegt der rothe Sandstein der Dyas; von den die Mesozooer Gebilde repräsentierenden Kalksteinen und Dolomiten kommen die jüngeren mehr in den westlichen Gebirgen vor. Die Schichten des Eocenalters sind gewöhnlich in einzelne Flecken vertheilt, nur in der Gegend von Privigye nehmen sie ein grösseres Gebiet ein; die Mediterranconglomerate und die Pontuser und Sarmataschichten lagerten sich an den beiden Seiten des Brezova-Gebirges ab. Von den industriell verwerthbaren Gesteinen zeigt Vortragenden die folgender vor: Quarzite, feuerfesten Thon, sehr schönen weiss und gelbgestreiften schwarzen Marmor und weissen, doch weniger guten Marmor.

Dr. Ludwig Lóczy constatiert mit Freude, dass *Schafarzik* der erste ist, der die schollige Beschaffenheit der nordwestlichen Karpathen erwähnt. Diese Gebirge haben nicht den Charakter der Kettengebirge; ähnlich sind die Verhältnisse in den östlichen Gegenden; es kann bewiesen werden, dass in dem inneren Gürtel der Karpathen, mit Ausnahme des Sandsteingürtels, die Gebirge schollig sind, so wie der Bakonyerwald und das Graner Gebirge. Hieraus ergiebt sich, dass die Gebirge, welche die ungarische Tiefebene umgeben, nicht zu dem Bergsystem der Alpen gehören.

Ludwig Petrik bezweifelt, dass die durch den Vortragenden erwähnten Quarzite zur Glasfabrikation sehr geeignet wären. *Dr. Franz Schafarzik* bemerkt, dass die Glasfabrikanten, mit denen er sich in Verbindung setzte, anderer Meinung waren.

2. *Carl Papp* zeigt in seinem «*Dreikanter aus Ungarn*» betitelten Vortrag die schönen «Dreikanter» vor, die *Dr. Moritz Staub* im Jahre 1887 in der von Budapest in nordöstlicher Richtung etwa 15 Km. weit liegenden Gemeinde Csömör in der Kieselablagerung gesammelt hat. Nach einer kurzen historischen Skizze der Dreikanterfrage erwähnt er, dass damals, als Staub die ersten Dreikanter in Ungarn gesammelt hat, die diluvialen Gletscherspuren auch bei uns auf Grund der herrschenden Berendt'schen Glacial-Theorie gesucht wurden; heutzutage schliessen wir aus den scharfen Kieseln auf grosse Stürme. Die erwähnten Dreikanter kommen auf der Oberfläche der Levanteer Schichte vor; ihr Stoff rührt

also von dem Geschiebe der in den Levanteer See mündenden Flüsse her; scharf geschliffen wurden sie aber erst im Diluvium durch die Stürme, die auch den Flugsand und den Löss aufhäuften. Diese Dreikanter sind also auch Zeugen der Steppenbildung, die im Diluvium auch auf den Tiefebenen und hügeligen Gegenden unseres Vaterlandes herrschte, aus dessen Fauna, ausser den aus dem Löss stammenden Schnecken, die folgenden Steppenthiere bekannt sind: *Camelus sp.*, *Saiga prisca Nehr.*, *Cricetus phäus fossilis Nehr.*, *Arctomys bobac Schreb.*, *Vulpes vulgaris fossilis Woldr. Fc.* Es sind auch die von *Dr. Anton Koch* bei Karlstadt in Croatien im groben Pontuser Sand gefundenen Dreikanter interessant, aus denen wir auch im Pontuser Zeitalter auf starke Luftströmungen schliessen können.

3. *Dr. Moritz Staub* bespricht die «*Examen d'un collection de végétaux fossiles de Roumanie*» betitelte Abhandlung von *A. F. Marion* und *L. Laurent.*

BERICHTE

ÜBER DIE THÄTIGKEIT, DEN VERMÖGENSSTAND, DIE PREISAUSSCHREIBUNGEN U. S. F.

DER UNGARISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN UND DER KÖN. UNG. NATURWISSENSCHAFTLICHEN GESELLSCHAFT.

I. Ungarische Akademie der Wissenschaften.

Jahresbericht des Generalsecretärs Coloman v. Szily.

«In jedem Lande — schrieb im vorigen Jahre der Minister für Cultus und Unterricht an unsere Akademie — verwenden die Akademien auch durch ihre lexicographische Thätigkeit besondere Sorgfalt auf die Ausbildung der Landessprache. Die einzige Aufgabe der Académie Française ist die fortwährende Vervollkommnung des Wörterbuches der französischen Sprache.»

In dieser Richtung verdient auch die Thätigkeit der Ungarischen Akademie eine Anerkennung, aber diese Thätigkeit müsste eine fortwährende sein, wie es die geschichtlichen, archäologischen und naturwissenschaftlichen Forschungen sind, denen der Staat eine jährliche Unterstützung gewährt.

Auf Grund dessen forderte der Minister vom Reichstage eine Erhöhung der jährlichen Subvention der Akademie vom künftigen Jahre an. Die Gesetzgebung leistete diesem Antrag des Ministers Folge und so kann nun die sprachwissenschaftliche Classe gleich zur Vorbereitung der zweiten Ausgabe des grossen Wörterbuches schreiten, welches in 10—12 Jahren erscheinen soll.

Als dessen Vorarbeiten können wir die neue Ausgabe des Dialektwörterbuches von *Joseph Szinnyei* betrachten, welches jetzt im Erscheinen ist, das Wörterbuch der Handwerke von *Johann Frecskay*, das sogenannte «Arany»-Wörterbuch, in welchem *Albert Lehr* die Sprache Johann Arany's aufarbeitet, die Ausgabe der aus dem XVI. Jahrhundert stammenden Fragmente des Gyöngyöser Wörterbuches durch *Johann Melich*, das erste Heft des sprachgeschichtlichen und diplomatischen Wörterbuches von *Julius Zolnay* und das kleine Fremdwörterbuch, welches die sprachwissen-

schaftliche Commission auf Anregung des Ministers für Cultus und Unterricht zusammenstellt.

Zu einem endgiltigen Beschluss kam die interessante Frage, wie der Klang der ungarischen Sprache in der Zeit der Árpáden-Könige gewesen, durch eine Abhandlung vom o. M. *Joseph Szinnyei* über die mittelalterlichen Sprachdenkmäler. Es wurde bewiesen, dass der Klang der ungarischen Sprache dem jetzigen viel ähnlicher war, als man bisher angenommen hatte. Mit der Sprachgeschichte beschäftigten sich noch: c. M. *Bernhard Munkácsi* in der Abhandlung: «Ueber die Anfänge der ethnischen Berührungen zwischen Ungaren und Slaven», wo er auf philologischer Grundlage beweist, dass diese Berührungen in die Zeit ihres Aufenthaltes am Schwarzen Meere zu versetzen sind. Das auswärtige M. *Aurel Stein* schrieb: «Ueber die weissen Hunnen und ihre verwandten Stämme», *Ludwig Katona* «Ueber die Litteratur der ungarischen Mythologie», *Ladislaus Négyesy* «Ueber die neueste Entwickelung der ungarischen Sprache».

Corr. M. *Stephan Hegedüs* würdigte den grössten unserer lateinischen Schriftsteller, Janus Pannonius, als Epiker, c. M. *Ignaz Kúnos* suchte die ungarischen Elemente in der türkischen Sprache auf und schrieb über die türkische, *Moritz Szilasi* hingegen über die neuere finnische Litteratur. *Eduard Mahler* hielt einen Vortrag aus dem Gebiete der Aegyptologie «Ueber die Jahresformen und die grossen periodischen Zeitrechnungssysteme der Aegypter».

Von den Ausgaben der I. Classe und deren Commissionen können wir erwähnen, dass von dem grossen biographischen und bibliographischen Werke «Leben und Werke ungarischer Schriftsteller», von *Joseph Szinnyei*, schon die Hälfte erschienen ist, und die vom o. M. *Aron Szilády* redigierten «Litteraturwissenschaftlichen Berichte» von Jahr zu Jahr eine grössere Verbreitung finden. Ausserdem sind erschienen: der IV. Band jener Unternehmung der Commission für Litteraturgeschichte, in welcher sie die Facsimilen altungarischer Druckwerke herausgiebt. Das preisgekrönte Werk von *Joseph Bayer* «Geschichte der ungarischen Dramenlitteratur» und das Wörterbuch des in Ungarn seinerzeit gebrauchten Beamten- und Mönch-Lateins, dessen Zustandekommen ausschliesslich das Verdienst des o. M. *Anton Bartal* ist, sind ebenfalls hier zu nennen.

In der II. Classe wurden hauptsächlich geschichtswissenschaftliche Gegenstände vorgetragen. *Florian Mátyás* berichtigte in seinem «Heidnische Gebräuche bei unseren Vorfahren» genannten Werke viele bisher verbreiteten Irrthümer; ausserdem hielten c. M. *Johann Karácsonyi*, c. M. *Ernst Nagy* und *Julius Schönherr* ihre Antrittsvorträge.

Die Ausgaben der II. Classe befassen sich hauptsächlich mit der Geschichte und deren Hilfswissenschaften. Es erschien der XX. Band der von *Alexander Szilágyi* redigierten Denkmäler des siebenbürgischen Landtages, der zweite Theil des vierten Bandes der «Ungarischen rechts-

geschichtlichen Denkmäler» von *Alexander Kolozsvári* und *Clemens Óvári*, der III. Band der geschichtlichen Geographie Ungarns vom c. M. *Desider Csánky*, Briefe und Urkunden das Leben Nikolaus Zrinyi's betreffend, herausgegeben von *Samuel Barabás*, die Geschichte des Comitates Csanád von *Samuel Borovszky*, welches Werk im Auftrage der historischen Commission verfasst wurde. Im Auftrage dieser Commission erschien noch: das Handbuch der Heraldik von *Oskar Bárczay*.

Die in der III. mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe gehaltenen Vorlesungen und Abhandlungen sind in den Sitzungsberichten zu finden.

Die Mitglieder unserer Akademie nahmen, ausser ihrer fachwissenschaftlichen Thätigkeit, auch an der Verbreitung der Wissenschaft regen Antheil. Ob wir unsere wissenschaftliche Vereine, welche im Verbreiten der Wissenschaft Organe sind, oder die grösseren litterarischen Unternehmungen von Verlegern betrachten, überall sehen wir an der Spitze der Leitung oder in der Corporation der Mitarbeiter die Vertreter der Akademie. Dasselbe beweist das Pallas-Lexikon, unter dessen Mitarbeitern wir 65 Akademiker finden.

Indem wir die Aufzählung der im Jahre 1897 ausgeschriebenen Preisarbeiten übergehen, erwähnen wir hier bloss ein Moment. Der Präsident der Akademie überreichte in einer öffentlichen Sitzung die im vorigen Jahre zum ersten Mal zuerkannte Wahrmann'sche goldene Medaille an Anton Mechwart, den Director der Ganz'schen Maschinen- und elektrotechnischen Fabrik, für seine auf dem Gebiete der Industrie erworbenen bedeutenden Verdienste. Anton Mechwart vermehrte das Grundcapital der Akademie durch eine Stiftung von 3000 Gulden. Gr. Julius Andrássy spendete 4000 Gulden als Preis für eine Biographie Franz Deák's; c. M. Theodor Duka machte eine Stiftung von 2000 Kronen.

Im vorigen Jahre wurde zum Andenken an den grössten ungarischen Encyclopädisten Samuel Brassai eine Gedenktafel in Toroczkó-Szentgyörgy enthüllt, auch bei dieser Feier fehlten nicht die Vertreter der Akademie. Der greise Gelehrte, von dem wir gehofft hatten, dass er das erste hundert Jahre alte Mitglied der Akademie sein werde, schrieb noch in seinem sechsundneunzigsten Lebensjahre eine Abhandlung über «Die wahre positive Philosophie» und arbeitete zwei Jahre später, kurz vor seinem Tode, an einer mathematischen Abhandlung. Noch länger als Brassai war der nun auch verstorbene Nikolaus Barabás Mitglied der Akademie.

Seit der vorjährigen grossen Sitzung hat die Akademie noch folgende Mitglieder verloren: Franz Pulszky, Ferdinand Knauz, die o. M. Alexius Jakab und Georg Volf, die c. M. Heinrich Finály, Emerich Poór, Gustav Kondor, Albert Pálffy, Jakob Pólya und Georg Szathmáry.

Die Zahl der auswärtigen Mitglieder ist in den letzten Jahren durch den Tod bedeutend vermindert worden, im Jahre 1883 hatten wir 102, in diesem Jahre nur mehr 73 auswärtige Mitglieder. Die im vorigen Jahre

verstorbenen sind: Alfred Arneth, der Präsident der Wiener kaiserlichen Akademie, Alfrède des Cloiseaux, Thomas Spencer Wells und Eduard Sayous, der erfahrene Kenner der ungarischen Geschichte und Litteratur.

3. A) *Vermögen der Akademie am 31. December 1897.*

I. *Activum.*

1.	Werthpapiere der Akademie insgesammt	1.606,412 fl.	12 kr.
2.	Gebäude der Akademie, Einrichtung, Bibliothek	1.000,000 «	— «
3.	Aeussere Stiftungen, Fonds, Immobilien	108,874 «	65 «
4.	Rückständige Interessen, Hausmiethe	2873 «	36 «
5.	Verschiedene Forderungen der Akademie	83,717 «	41 «
6.	Im Vorhinein für 1898 bezahlte Gebühren	3313 «	86 «
7.	Ausstehende Vorschüsse	2218 «	99 «
8.	Hauszinsrückstände	131 «	04 «

II. *Passivum.*

1.	Die von der Akademie verwalteten Fonds	151,233 fl.	75 kr.
2.	Verschiedene Forderungen und Miethzins	43,010 «	09 «
3.	Vermögen der Akademie zu Anfang des Jahres	2.543,819 «	07 «
4.	Vermögenszunahme	69,478 «	52 «
III.	*Gesammtvermögen der Akademie*	2.807,541 «	43 «

B) *Einnahmen der Akademie im Jahre 1897.*

1.	Interessen von Stiftungen und andere Forderungen	6190 fl.	09 kr.
2.	Ertrag der Werthpapiere	62,413 «	67 «
3.	Hausmiethe	41,995 «	17 «
4.	Erlös verkaufter Bücher	9,000 «	— «
5.	Landessubvention	40,000 «	— «
6.	Immobilien	800 «	82 «
7.	Legate und Spenden	7092 «	97 «
8.	Einzahlung der Ungarischen Kaufmannshalle	160 «	— «
9.	Beitrag der archäologischen und anthropologischen Gesellschaft	675 «	— «
10.	Cursdifferenzen	65,464 «	50 «
11.	Aus der Kazinczy-Stiftung	1759 «	87 «
12.	Rückerstattung von der III. Classe der Akademie	14,800 «	19 «
13.	Die Einnahmen der Akademie im Jahre 1897 gegenüber dem Voranschlag	179,134 «	81 «
	Ausgaben	180,882 «	74 «

C) *Ausgaben der Akademie im Jahre 1897.*

1.	Personalbezüge	32,020 fl.	73 kr.
2.	Jahrbuch, Anzeiger, Almanach u. s. w.	4772 «	31 «
3.	I. Classe und deren Dotation	17,033 «	20 «
4.	II. « « « «	36,339 «	34 «
5.	III. « « « «	21,989 «	16 «
6.	Bücheredition und Unterstützung anderer Bücher-editionen	5000 «	— «
7.	Graf Széchenyi's Werke	196 «	99 «
7*a*.	Zur Ausgabe von Kazinczy's Briefen	1759 «	87 «
7*b*.	Szinnyei: Ungarische Schriftsteller	1200 «	— «
8.	Preise	13,860 «	50 «
9.	Unterstützung des «Budapesti Szemle» (Budapester Revue)	4000 «	— «
10.	Für ausländische Publicationen über ungarische Litteratur	1350 «	— «
11.	Pränumeration auf die «Mathematischen und Naturwiss. Berichte»	1500 «	— «
12.	Bibliothek und Handschriftensammlung	6490 «	91 «
13.	Anwalt, Bureau, vermischte Ausgaben	3992 «	86 «
14.	Instandhaltung der Gebäude der Akademie	7381 «	99 «
15.	Steuer	14,366 «	92 «
16.	Interessen der verwalteten Fonds	2303 «	76 «
17.	Unvorhergesehene Ausgaben	2124 «	20 «
18.	Rückerstattung an das Grundcapital	3200 «	— «
19.	Für die Millenniumsausgabe	100 «	— «
20.	Cursdifferenzen	1638 «	95 «

D) *Voranschlag für 1898.*

Einnahmen.

1.	Interessen der Stiftungen	3000 fl.	— kr.
2.	Forderungen	3300 «	— «
3.	Ertrag der Werthpapiere	64,000 «	— «
4.	Ertrag der Immobilien	500 «	— «
5.	Hausmiethe	42,000 «	— «
6.	Erlös für verkaufte Bücher	10,000 «	— «
7.	Landes-Subvention	40,000 «	— «
8.	Ausserordentliche und durchlaufende Einnahmen	8165 «	18 «

Ausgaben.

1. Personalbezüge	31,039	fl. 20	kr.
2. Anzeiger, Almanach u. s. w.	4500	« —	«
3. I. Classe und deren Commissionen	18,040	« 04	«
4. II. « « « «	30,185	« 90	«
5. III. « « « «	17,564	« 24	«
6. Unterstützung von Büchereditions-Unternehmungen	3000	« —	«
7. Graf Széchenyi-Museum	500	« —	«
7*a*. Ausgabe der Correspondenz Kazinczy's	2200	« —	«
7*b*. Szinnyei: Biographien der ungarischen Schriftsteller	1200	« —	«
8. Preise	7000	« —	«
9. Budapesti Szemle (Budapester Revue)	4000	« —	«
10. Für ausländische Publicationen über ungarische Litteratur	1600	« —	«
11. Pränumeration auf die «Math. Naturw. Berichte»	1500	« —	«
12. Bibliothek	6500	« —	«
13. Instandhaltung der Gebäude, Heizung, Beleuchtung etc.	11,000	« —	«
14. Vermischte Ausgaben	5000	« —	«
15. Steuer	16,000	« —	«
16. Interessen aus den von der Akademie verwalteten Fonds	2400	« —	«
17. Rückerstattung an das Grundcapital	3200	« —	«
18. Unvorhergesehene Ausgaben	3000	« —	«
	169,429	fl. 38	kr.
Vermehrung des Grundcapitals	1,535	« 80	«

4. *Die Zahl der Mitglieder der Ungarischen Akademie der Wissenschaften* betrug zu Ende des Jahres 1898 insgesammt 231. Von diesen waren 18 Ehrenmitglieder, 56 ordentliche, 134 correspondierende Mitglieder.

Der Directionsrath bestand aus 24 Mitgliedern.

Auf die einzelnen Classen vertheilen sich die Mitglieder wie folgt:

Die I. (sprach- und schönwissenschaftliche) Classe hatte 6 Ehren-, 11 ordentliche und 32 correspondierende Mitglieder.

Die II. (philosophisch-historische) Classe hatte 7 Ehren-, 22 ordentliche und 36 correspondierende Mitglieder.

Die III. (mathematisch-naturwissenschaftliche) Classe zählte 7 Ehren-, 20 ordentliche und 30 correspondierende Mitglieder.

5. *Bibliothek.* Die Anzahl der geordneten Fachwissenschaften war 53, welche 54,784 katalogisierte Werke enthalten.

Darunter: Anthropologie 303, Naturwissenschaft 157, Physik 908, Chemie 415, Mathematik und Astronomie 1085, Naturgeschichte 128, Zoologie 490, Botanik 318, Mineralogie 501, Medicin, Anatomie, Physiologie 2479.

Der grosse Zettelkatalog besteht gegenwärtig aus 57,688 Zetteln.

Um die Zeitschriften und in Fortsetzungen erscheinenden Werke in Evidenz zu halten wird ein besonderer Zettelkatalog geführt.

Der Fachkatalog besteht aus 102 Bänden und 48 Zettelkapseln.

Die Zunahme der Bibliothek im Jahre 1897:

a) Durch Kauf	440	Werke
b) Durch Tauschverkehr mit auswärtigen Akademien	580	«
c) Geschenke von Privatpersonen	146	«
d) Pflichtexemplare von 38 Druckereien	930	«
e) Eigene Ausgaben	28	«
Summe der gesammten Zunahme	2124	Werke.

Ausserdem 160 Schulprogramme, 58 ungarische und 112 ausländische Zeitschriften.

Im Lesesaal der Bibliothek benützten 6811 Personen 9085 Werke, während 1063 Werke ausgeliehen waren.

Die Preisausschreibungen der III. Mathem.-Naturw. Classe.

a) *Neue Preise:*

Aus der Andreas Fáy-Stiftung der Pester ersten vaterländischen Sparkassa. Gegenstand: Welche Rolle spielen die Wasserstrassen in der Reihe der Verkehrswege, mit besonderer Rücksicht auf unsere vaterländischen Verhältnisse. Preis 300 Gulden. Termin 30. Sept. 1900.

b) *Wiederholt ausgeschriebene Preise:*

Lévay-Stiftung. Gegenstand: Verhältniss des in der Forstwirthschaft Ungarns liegenden Capitals und der danach gewonnenen Zinsen. Preis 1000 Gulden. Termin 30. September 1898. — Vitéz-Stiftung. Gegenstand: Beschreibung einer heimatlichen Thiergruppe auf Grund selbstständiger Untersuchungen. Preis 40 Dukaten. Termin 30. September 1898.

Die Editionen der Akademie im Jahre 1897 betrugen 36 Werke in 921 Bogen. Von diesen sind mathematische und naturwissenschaftliche Werke die Folgenden: Mathem. und naturwiss. Anzeiger, redigiert von Dr. Julius König. Band XV. — Tentamen iuventutem studiosam in elementa matheseos introducendi von Volfgangus Bolyai de Bolya. Herausgegeben von Julius König und Mauritius Réthy. — Der Wasserstand unserer Flüsse und die Niederschläge von Jakob Hegyfoki.

Die Akademie hat im Jahre 1897 folgende Vermächtnisse erhalten: von Hypolit Fehér, Erzabt zu Martinsberg 1000 Gulden, von Anton Gyürky 25 Gulden, von Karl Pászthory 500 Gulden, von Ladislaus Rhédey 67 Gulden, von Andreas Mechwart 3000 Gulden, von Theodor Duka 1000 Gulden, von einem Unbekannten 1000 Gulden, von Vargha-Jekelfalussy 500 Gulden.

*

II. Königliche Ungarische Naturwissenschaftliche Gesellschaft.

Jahresversammlung den 27. Januar 1898.

1. Der Präsident eröffnet die Sitzung und legt die Tagesordnung der Generalversammlung vor. Der erste Secretär Prof. *Joseph Paszlavszky* erstattet den Bericht über den Rücktritt der Präsidenten und einiger Ausschussmitglieder und liest den Brief des Präsidenten *Coloman von Szily* vor, in welchem er den Ausschuss bittet, ihn in die Reihe der als Präsidenten Vorgeschlagenen nicht aufzunehmen, da er schon seit achtzehn Jahren als Präsident gewirkt hat, und es für die Gesellschaft nicht für vortheilhaft hält, wenn die Leitung zu lange in denselben Händen sich befindet.

2. Prof. *Paszlavszky*, erster Secretär, liest hierauf seinen Bericht über die Thätigkeit der Gesellschaft im Jahre 1897. Er berichtet über die zu Gunsten des in Neu-Guinea weilenden ungarischen Naturforschers *Ludwig Biró* veranstaltete Landessammlung, welche in wenigen Monaten 3600 Gulden zusammengebracht hat.

Eine Auszeichnung erfuhr die Gesellschaft im vorigen Jahre durch ihren Protektor Sr. königl. Hoheit dem *Erzherzog Joseph*, da er seine interessanten Beobachtungen über ein Gewitter für unser Journal einsandte. Als eine Anerkennung können wir noch jenes Schreiben des Ministers für Bodencultur erwähnen, in welchem er die Kön. Naturwissenschaftliche Gesellschaft mit der Ausgabe des Werkes «Natürliche Nahrung der Fische in den Seen Ungarns» von *Dr. Eugen Daday* betraut.

Auf die inneren Angelegenheiten der Gesellschaft übergehend, erwähnt der Secretär die öffentlichen Vorträge von *Dr. Otto Pertik* über das Wesen, Leben und Eigenschaften der Bakterien und von Prof. *Dr. Eugen Klupathy* über die elektrischen Wellen, welchen eine gewählte Zuhörerschaft beiwohnte. Die einzelnen Fachsectionen hielten zusammen 108 Vorträge, und zwar: die zoologische über 31, die biologische über 17, die botanische über 38 und die mineralogisch-chemische über 22 Gegenstände.

Die botanische Section arbeitet an einem allgemeinen botanischen Fachwörterbuche. Von der zoologischen Section ist der Gedanke eines eigenen ungarischen Naturhistorischen Museums ausgegangen. Hier wurde auch die Angelegenheit von Beobachtungsstationen an süssen Gewässern und am Meere besprochen.

Eine bedeutende Thätigkeit kann die Gesellschaft auch in der Verbreitung der Naturwissenschaften aufweisen. Vor Allem sind ihre Editionen zu erwähnen. In ihrer Ausgabe sind in diesem Jahre erschienen: «Der Luftdruck in Ungarn» von *Sigmund Róna*, «Der Organismus der Craspedomondinæ» von *Rudolf Francé* und das schon erwähnte Werk von *Eugen Daday*. Als Beilagen der Chemischen Zeitschrift erschienen: «Die Elemente der quantitativen chemischen Analyse» von *Béla* von *Lengyel* und

«Die Elemente der gerichtlichen Chemie» von *Emil Fellctár* und *Joseph Jahn*. Noch mehr Erfolg als diese hatten die populären Ausgaben, die 1800 Subscribenten aufweisen können. Von diesen sind erschienen: «Das Handbuch der praktischen Photographie» von *F. Schmidt* und als Uebersetzung «Das Leben des Meeres» von *C. Keller*.

Von dem Organ der Gesellschaft «Naturwissenschaftliche Zeitschrift» ist der XXIX. Band in 7800 Exemplaren erschienen. Dessen Supplement in 3700 Exemplaren. Ausserdem hat die Gesellschaft noch ein Fachorgan: die «Chemische Zeitschrift».

Trotzdem die materielle Kraft der Gesellschaft im Verhältniss zu ihren vielseitigen Aufgaben sehr beschränkt ist, hat sie doch auch andere ausser ihrem Wirkungskreis stehende naturwissenschaftliche Unternehmungen unterstützt. So das «Ornithologische Centrum für Ungarn» und die «Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Berichte aus Ungarn».

Von den Mitgliedern sind im vorigen Jahre 99 verstorben, unter ihnen: Prof. *Ludwig Jurányi*, *Michael Gschwindt*, *Samuel Brassai*, *Franz Pulszky*, *Gustav Kondor* und *Joseph Kovács*.

Gewählt wurden 758 neue Mitglieder, so dass die Zahl der Mitglieder sich auf 7905 vermehrte, von denen 230 gründende Mitglieder sind.

Cassastand der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft zu Ende des Jahres 1897.

Einnahmen.

Übertrag von 1896	129,168 fl.	27 kr.
Einnahmen des Stammcapitals	3800 «	— «
« « Betriebscapitals	37,431 «	61 «
« « Explorationsfondes	11,046 «	98 «
« « Büchereditions-Unternehmens	19,652 «	71 «
« « der Chemischen Zeitschrift	3678 «	25 «

Ausgaben.

Ausgaben des Stammcapitals	269 fl.	53 kr.
« « Betriebscapitals	38,782 «	94 «
« « Explorationsfondes	6986 «	06 «
« « Büchereditions-Unternehmens	17,802 «	75 «
« « der Chemischen Zeitschrift	4274 «	47 «

Bureau und dirigierender Ausschuss der Königl. Ungarischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft für das Jahr 1897.

Präsident: *Coloman von Szily.*

Vicepräsident: Baron *Roland Eötvös* und *Andreas Högyes.*

Erster Secretär: *Joseph Paszlavszky.*

Zweite Secretäre: *Ladislaus Csopey* und *Gustav Melczer.*

Ausschuss-Mitglieder:

Für Zoologie: *Cornelius Chyzer, Eugen Daday, Géza Entz, Otto Herman, Géza Horváth* und *Julius Madarász.*

Für Mineralogie und Chemie: *Anton Koch, Joseph Krenner, Ludwig Lóczy, Julius Pethő, Alexander Schmidt* und *Andreas Semsey.*

Für Chemie: *Joseph Fodor, Ludwig Ilosvay, Alexander Kalecsinszky, Béla* von *Lengyel, Stephan Schenek* und *Carl von Than.*

Für Physiologie: *Stephan Csapodi, Ferdinand Klug, Carl Laufenauer, Géza Mihálkovics, Otto Pertik* und *Ludwig Thanhoffer.*

Für Botanik: *Albert Bedő, Vincenz Borbás, Julius Klein, Alexander Mágócsy-Dietz, Carl Schilberszky* und *Moritz Staub.*

Für Physik: *Isidor Fröhlich, August Heller, Rudolph Kövesligethy, Alois Schuller, Vincenz Wartha* und *Franz Wittmann.*

Zur Erinnerung an Friedrich Hazslinszky.

Von *Alexander Mágócsy-Dietz*, corr. Mitgl. der Ung. Akademie.

Vorgelesen in der botanischen Fachconferenz der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft am 8. Februar 1899.

Indem ich mich mit dem Leben, den Bestrebungen und der Wirksamkeit eines Mannes befasse, der im Vaterlande hochgeachtet und in den Fachkreisen des Auslandes nicht weniger bekannt war, muss ich nebst der Anerkennung auch deshalb mein Interesse ihm zuwenden, da ein jeder Moment seines Lebens das Gefühl der Sympathie in uns erweckt. Unsere Gefühle werden aber nur verstärkt, wenn wir seinen Lebenslauf näher betrachten. Im engsten Sinne des Wortes kämpfte er sich selbst zur Stelle empor, die er einnahm und durch die er in der wissenschaftlichen Geschichte unseres Vaterlandes sich für ewig einen Platz erworben hat. Seine über ein halbes Jahrhundert währende Thätigkeit ist ein reiches Feld von Thatsachen, welche durch ihre Erfolge geeignet sind, uns zur Anspornung und zur Lehre zu dienen.

Friedrich August Hazslinszky war ein Sprosse des alten protestantischen adeligen Geschlechtes der Soltész, früher Keve, das zur Zeit der Protestantenverfolgung seine Heimat verliess und statt dem alten Namen von seinem Stammorte *Hazslin* den Namen *Hazslinszky* annahm.

Nach vielen Widerwärtigkeiten kehrte die Familie ins Vaterland zurück. Der Vater unseres Gelehrten liess sich Anfangs dieses Jahrhunderts in Késmárk als Gewerbetreibender nieder; er wurde aber auch wegen seiner das gewöhnliche Maass überschreitenden Bildung vom

Stadtrath mit dem Zeichenunterricht betraut. Seine Mutter, Susanne Kuchta, wurde durch die Zipser Familie Badányi erzogen. Der Sohn dieser Eltern war Friedrich August, der am 6. Juni 1818 geboren wurde; ausser ihm bestand die Familie noch aus drei Knaben und vier Mädchen. Die Sprache der Familie war deutsch, doch nicht der Késmárker Dialekt; ihr Leben durchdrang ein christlicher Geist, der durch Beten, Singen und an Festtagen durch Lesen der heiligen Schrift zum Ausdrucke kam. Da die Eltern ihre Kinder von den Kameraden absonderten, mussten sich diese im Hause eine Beschäftigung suchen. Friedrichs erste Beschäftigung war das Zeichnen und das Modellieren. Als ihn seine Eltern im achten Jahre in die Normalschule einschreiben liessen, hatte er schon mehr als hundert Zeichnungen beisammen und konnte schon lesen, was er sich durch das ursprünglich unbewusste Copieren der Bildertitel aneignete. Später schnitt er in Schieferstein flache Muster zum Giessen von Zinngegenständen. Noch als Elementarschüler lernte er Klavierspielen.

In der ersten Classe der lateinischen Schule vernachlässigte er das Zeichnen nicht; seine Fertigkeit darin war so gross, dass er den Unterricht Älterer auf sich nehmen konnte. Damals lernte er wahrscheinlich auch ungarisch. Er hatte für Blumen eine grosse Vorliebe und war am glücklichsten, wenn er in den Wald gehen durfte, wo er sich die schönsten Blumen auswählte und sie in Büchern trocknete.

Später (1833) gab er das Zeichnen auf und nahm an der Pflege des kleinen Hausgartens Theil, wo er den Tátrablumen einen besonderen Platz einräumte, obwohl er ihre Namen nicht kannte. Zu dieser Zeit hörte er auch zum ersten Mal, dass es eine Pflanzenlehre gäbe und Bücher, die von den Blumen handeln. Durch den Hausarzt kam das erste botanische Buch: *P. A. Matthioli commentarii in VI libros P. Dioscoridis*, in seine Hand. Von den oberen Classen des Gymnasiums absolvierte er ein Jahr in Debreczin, die beiden anderen in Késmárk. Zu dieser Zeit befasste er sich noch mehr mit den Pflanzen und war besonders bestrebt, die gesammelten Pflanzen zu bestimmen. Von Debreczin zurückkehrend kam endlich die *Wildenow*'sche allgemeine Botanik in seine Hände und durch die Güte der Késmárker Pharmaceuten auch einige elementare Lehrbücher; durch das Studieren dieser Bücher erwarb er sich so viel Kenntnisse, dass er mit Hilfe des nach dem *Linné*'schen System verfassten Buches die Pflanzen bestimmen konnte.

In der rhetorischen Classe des Gymnasiums interessierte ihn hauptsächlich die Litteratur und die Poetik, seine Gelegenheitsgedichte trugen ihm sogar Geld ein, von dem er sich sogleich die *Schultes*'sche Botanik kaufte. Damals ward die Richtung seiner Studien vor seinen Professoren bekannt und man war ihm von vielen Seiten mit botanischen Werken behilflich. Aus dieser Zeit stammt auch sein aus nahezu 800 Blüthenpflanzenarten bestehendes Herbarium, welches später in Besitz des Ungvárer Gymnasiums kam, heute aber nicht mehr existiert.

Die philosophischen Classen des Gymnasiums absolvierte *Hazslinszky* 1837—38 in Késmárk und da die Studien nicht seine ganze Zeit in Anspruch nahmen, gab er nebenbei Privatunterricht; er vernachlässigte aber auch seine botanischen Studien nicht, sondern befasste sich sogar mit dem Studium der Kryptogamen, die er mit einem primitiven Mikroskope untersuchte. Neben der Botanik interessierte er sich auch für Krystallographie und verfertigte während eines Winters 254 Krystallmodelle. Seine Ausflüge erstreckten sich auf die ganze Zips und auf das angrenzende Sároser Comitat, wo er 1838 die Opalgruben aufsuchte; besonders viel besuchte er die Tátra, deren Flora er auf Grund des *Wahlenberg*'schen Buches studierte. Durch seine kühnen Wanderungen in der Tátra gerieth er sogar einmal in Lebensgefahr, woraus ihn bloss der Zufall rettete.

Zu dieser Zeit fasste er seine Pflanzenexemplare in eine neue Sammlung zusammen, in welcher eine jede Pflanze auf einem besonderen Bogen mit Papierstreifen befestigt war. Später begann er jedoch eine dritte Sammlung anzulegen, in welcher die einzelnen Arten zwischen Fliesspapier frei lagen.

In diesen Jahren begann er auch seine litterarische Thätigkeit; er verfasste auf Grund seiner zahlreichen Erfahrungen ein «Topographie des Zipser Comitates» betiteltes Buch. Von Késmárk gieng er 1838 als Erzieher der Söhne der Familie Karsa nach Sárospatak, um dort Jus zu studieren. Er vernachlässigte aber dabei auch die Botanik nicht und verfasste unter dem Titel «Das Linnéisch-Houttuyn'sche Pflanzensystem. Compendium floræ universalis 1839» ein Handbuch der Pflanzenlehre.

Zwar studierte er Jurisprudenz mit grosser Lust, wie alles, mit dem er sich befasste, jedoch er beendigte dasselbe nicht und liess sich 1839 nach Késmárk zurückkehrend, als Theolog einschreiben. Er ward aber zur selben Zeit auch als supplierender Lehrer in den unteren Classen des Gymnasiums verwendet. Um diese letztere Pflicht erfüllen zu können, wurde er vom Besuch der Lehrstunden befreit und nur zum Ablegen der Prüfung verpflichtet.

In diese Periode seines Lebens fällt auch sein grösster Ausflug, der in den grossen Ferien des Jahres 1841 mehr als zwei Monate lang dauerte und mit Ausnahme Siebenbürgens sich so zu sagen auf ganz Ungarn erstreckte.

Im Schuljahre 1840/41 schrieb er sein erstes selbstständiges Buch: «Botanische Terminologie in Abrissen». In demselben Jahre ordnete er auch die aus mehr als 700 Exemplaren bestehende Genersich'sche Mineraliensammlung. 1842 schickte der Lehrkörper des Késmárker Lyceums den in den Naturwissenschaften, besonders aber in der Botanik bewanderten jungen Mann auf eigene Unkosten auf die Versammlung der Naturforscher und Aerzte nach Neusohl (Beszterczebánya).

Nach Beendigung des theologischen Curses bereitete er sich vor nach Debreczin zu gehen. Seine Mineraliensammlung und seine Bücher ver-

kaufte er und aus dem erhaltenen Gelde bestritt er die Kosten der Debreczíner Reise. Nachdem er in seinen mineralogischen und botanischen Studien den Mangel der chemischen Kenntnisse fühlte, begann er hier Chemie zu studieren. Zu diesem Zwecke studierte er hauptsächlich mit Hilfe des Professors Csécsi die Chemie des Berzelius.

Die Botanik vernachlässigte er auch in Debreczin nicht; er arbeitete dort an zwei grösseren Werken. Er versuchte mit vieler Mühe die gesammte Pflanzenwelt in ein idealistisches System zusammen zu fassen. In Verbindung damit machte er sich an die Erweiterung und Verbesserung der ungarischen botanischen Terminologie.

Seine beiden Werke, nämlich das «Novum Systema vegetabilium», sowie die «Vorschläge betreffend die ungarische botanische Terminologie», wurden von der Temesvárer Versammlung der ungarischen Aerzte und Naturforscher beifällig aufgenommen, doch sind in seinem litterarischen Nachlass jetzt bloss kleine Fragmente daraus vorhanden. Er machte von Debreczin aus zahlreiche Ausflüge, deren einem die «Topographie des Árvaer Comitates» zu danken ist. Sein anstrengendes Arbeiten und die unregelmässige Lebensweise auf seinen Ausflügen verursachten im Herbst des Jahres 1842 eine Krankheit, die ihn längere Zeit ans Bett fesselte.

Nachdem er von seiner Krankheit genesen, setzte er seine Studien fort, jetzt verfügte er aber schon über ein Mikroskop, besser gesagt eine Nürnberger Lupe, mit welcher er die kleinen Pflanzen und Thiere untersuchte.

Nun genügte ihm aber Debreczin nicht mehr, er bereitet sich vor nach Wien zu kommen. Nachdem er seine Bücher wieder verkauft hatte, trat er im Herbst des Jahres 1843 mit wenig Geld, doch mit desto besseren Zeugnissen und Anempfehlungen die Reise nach Wien an. Um die Landesgrenze überschreiten zu können und den Unannehmlichkeiten, die den ungarischen Schriftstellern im Auslande zu Theil wurden, zu entgehen, erwarb er sich vor der Abreise das Gesellenzeugniss aus dem Sattler- und Radmacher-Handwerk. In Wien angekommen, wurde er von seinen Freunden und Gönnern mit Wohnung und Nahrung versehen und erhielt sogar auf ihre Empfehlungen Privatstunden. Da er zum Studium der Chemie nach Wien gekommen war, liess er sich am Polytechnikum immatriculieren und hörte dort die Vorträge von *Meissner*, *Pasqualati*, *Heszler*, *Schrötter* und *Strassnitzky*, doch legte er zu Ende des Herbstes nur aus allgemeiner und analytischer Chemie, und zwar mit Auszeichnung, Prüfung ab. Im Schuljahr 1844/45 arbeitete er bloss im chemischen Laboratorium und hörte die palæontologischen Vorträge von *Hauer*.

Von grossem Einfluss auf seine weiteren Fortschritte waren die botanischen Unterrichtsstunden, in welchen er die Gattin des zweiten Leibarztes des Kaisers und damaligen Universitätsrectors *Günther* in die Elemente der «Scientia amabilis» einführte, wodurch er nicht nur das Vertrauen und die Achtung der Familie, sondern auch Vertrauen in seine

Kenntnisse und ein sicheres Auftreten in der Gesellschaft erwarb. Dem ist es auch zuzuschreiben, dass er dem Ruf an die Felsőlövőer (Oberschützener) Schule nicht folgte, als aber die Direction des Lyceums seiner Vaterstadt Késmárk ihn aufforderte sich um die physikalische Lehrkanzel zu bewerben, nahm er an der Concurrenz Theil. Die Stelle wurde aber einem anderen gegeben und dies verbitterte sein empfindliches Gemüth derart, dass er bezweifelte, seinem Vaterlande je nützlich sein zu können. Er verbrannte seine Manuscripte zum grössten Theile, dass ihn kein Band mehr an seine Heimat fesseln möge; er nahm auch die an der Ofner Gewerbeschule ihm angebotene Professorenlehrkanzel nicht an und beschloss in Wien zu bleiben, wo seine botanischen Vorträge sich einer immer grösseren Beliebtheit erfreuten, da er seine Vorträge an möglichst vielen natürlichen Pflanzen zu demonstrieren verstand. Er machte auch zahlreiche Ausflüge in die Umgebung Wiens.

Seine Verhältnisse besserten sich in Wien mehr und mehr, seine gesellschaftlichen und wissenschaftlichen Verbindungen nahmen auch beträchtlich zu, und er war nahe daran, sich an der Universität eine Docentur der Pflanzenphysiologie zu erwerben. Er hatte sich seinem Vaterlande schon nahezu ganz entfremdet, als die in Wien verweilenden Ungaren zu Ende des Jahres 1845 sein patriotisches Gefühl erweckten; er folgte der durch Franz Pulszky veranlassten Einladung und machte sich im Januar 1846 auf die Reise, um an dem Eperjeser Collegium seine Stelle als öffentlicher, ordentlicher Lehrer der Mathematik und der Naturwissenschaften anzunehmen.

Hiemit endet die erste Periode des Lebens *Hazslinszky*'s. Diesen mit unermüdlichen Kämpfen erfüllten Jahren folgen Jahre stiller Ruhe; aber diese Ruhe ist nur scheinbar, da seine Thätigkeit desto fieberhafter war und allen äusserlichen Erfolg und Aufsehen mied. Diese Periode wird von zwei parallel laufenden Thätigkeiten erfüllt: die seinem Beruf entsprechende Wirksamkeit, und die Verwirklichung des Ideals seiner Kinder- und Jugendzeit: die wissenschaftliche Wirksamkeit.

Nachdem er seine Lehrkanzel eingenommen und sich materiell unabhängig gemacht hatte, betrachtete er es als seine erste Pflicht, mit der Pflanzenwelt der Umgebung bekannt zu werden und aus dieser eine Sammlung anzulegen. Der 1846-er Versammlung der ungarischen Aerzte und Naturforscher zu Eperjes legt er schon seine aus 376 Arten bestehende, in der Nähe von Eperjes gesammelte Pflanzensammlung vor.

Zu dieser Zeit erhält er das von seinen Wiener Freunden und Verehrern ihm als ein Angedenken der schönen Wiener Tage geschenkte Plössl'sche Mikroskop, das bis an das Ende seines Lebens das Werkzeug seiner unermüdlichen Arbeiten war. Die botanischen Forschungen erstreckten sich zu jener Zeit auf die kleineren Pilze; es ist also nichts natürlicher, als dass auch *Hazslinszky* mit grossem Eifer diese kleinen Pilze, insbesondere die Sphærien zu studieren begann. Doch als autodidaktischem

Anfänger gelingt es ihm nicht, mit den zahlreichen Entwicklungsarten ins Reine zu kommen und zum Schluss verliert er dazu auch die Lust. Er wendet sich von der Botanik ab und lebt theilweise seinem Professorenberuf, theilweise dem Studium anderer Zweige der Naturwissenschaften.

Als Professor sorgt er vor Allem für Lehrbücher und schreibt zuerst eine Mineralogie, dann eine Chemie, eine Geologie und endlich eine Botanik.

Unter der Wirkung des Wiener Aufenthaltes, besonders der Vorträge *Hauer*'s, begann er sich mit Geologie zu beschäftigen, erst als Sammler und Berichterstatter des Wiener geologischen Institutes, dann auch als selbstständiger Forscher. Doch seine alte Vorliebe kehrt wieder zurück; er beginnt wieder sich mit Botanik zu befassen.

Vor Allem arbeitet er die Erfolge der Sammlungen seiner Jugend auf und veröffentlicht sie unter dem Titel «Beiträge zur Kenntniss der Karpathenflora», in welchem Werke er seine Darstellung auch auf die Kryptogamen ausdehnt. Er beginnt nun auch die Verwirklichung der Pläne und Träume seiner Jugendzeit: das Aufarbeiten der gesammten ungarischen Flora, was seiner ausdauernden Thätigkeit, wenn auch mit mehrfacher Unterbrechung, schliesslich gelingt. Zur Anfeuerung seiner Schüler schreibt er 1864 «Éjszaki Magyarhon viránya» (Die Pflanzenwelt Nordungarns), 1872 «Magyarhon edényes növényeinek füvészeti kézikönyve» (Botanisches Handbuch der Gefässpflanzen Ungarns), wodurch er hauptsächlich für die Jugend ein Hilfsmittel zu schaffen bestrebt war.

Später beschreibt er die ungarischen Arten der kryptogamen Pflanzengruppen in seinen zusammenfassenden Werken und veröffentlicht seine zahlreichen kleineren und neueren Untersuchungen. 1867 erscheint sein «Magyarország s társországai moszatviránya» (Die Algenflora Ungarns und seiner Nebenländer) betiteltes Werk, welches er 1868 aus dem Nachlasse Alexander Márkus's mit der «Algenflora der Umgebung von Neusohl» ergänzt.

Nach den Algen kommt an die Flechten die Reihe und 1870 erscheint sein Werk: «Adatok Magyarhon zuzmóvirányához» (Beiträge zur Flechtenflora Ungarns), denen 1884 als zweites «A magyar birodalom zuzmóflorája» (Die Flechtenflora des ungarischen Reiches) folgt.

Mit der Verbreitung der Moose in Ungarn befasst er sich in mehreren Abhandlungen, bis er endlich seine hierauf bezüglichen Forschungen unter dem Titel: «A magyar birodalom mohflorája» (Die Moosflora des ungarischen Reiches) zusammenfasst.

Hierauf kommt auch an die Pilze die Reihe, mit denen er sich von jeher mit so viel Vorliebe befasste und die den grössten Theil seiner wissenschaftlichen Thätigkeit bilden. Schon 1864 veröffentlichte er die erste hierauf bezügliche kleine Abhandlung, der erst kleinere, dann aber grössere zusammenfassende Werke folgten.

In seiner botanischen Thätigkeit lässt er auch die geographische

Verbreitung der Pflanzen in Ungarn und deren Ursachen nicht ausser Acht. Ihm ist die Erkenntniss dessen zu verdanken, dass die östlichen Hochgebirgswiesen Ungarns ärmer sind, als die westlichen, und dass alle Pflanzenarten, die Pilze nicht ausgenommen, von Osten nach Westen wandern. Im Jahre 1890 versucht er, die Gebiete der Verbreitung der Blattpilze in Ungarn zu bestimmen.

In seinen Forschungen und Mittheilungen gab er sich nicht mit der einfachen Erkenntniss und Mittheilung der Arten zufrieden, sondern theilte auch ihre Diagnose mit, um sie dem pflanzenliebenden Publikum zugänglich zu machen. In der Auffassung der Art ist er ein Jünger der alten, conservativen Schule; neue Arten stellt er nur nach eingehender Untersuchung und Studium auf; er giebt sich nicht mit den morphologischen Eigenschaften der Art zufrieden, sondern hält auch die Untersuchung ihrer Entwicklung für nothwendig. Die kleineren morphologischen Veränderungen, welche die auf die Pflanze einwirkenden Factoren hervorrufen, nimmt er in den erweiterten Begriff der Art auf, und nur wenn die Veränderungen bedeutender und beständig sind, stellt er neue Arten auf. Das ist die Ursache dessen, dass wir trotz seiner zahlreichen Forschungen ihm verhältnissmässig so wenig neue Arten zu verdanken haben.

Es genügte ihm aber nicht das blosse Aufzählen und die Diagnose der Arten; er strebte Höheres zu erreichen: er befasste sich mit dem Gedanken, die Pflanzen in ein möglichst natürliches System zu ordnen. 1843 machte er in Debreczin den ersten hierauf bezüglichen Versuch, später erstrebte er dasselbe mit den Flechten und den Discomycetes, wodurch er weit über die Floristen unter den Botanikern hervorragt.

Die Zahl seiner sich auf ein halbes Jahrhundert erstreckenden litterarischen Arbeiten ist mehr als hundert. Seine Mittheilungen werden dadurch interessant, dass er nahezu alle beschriebenen Pflanzen entweder selbst sammelte, oder wenigstens persönlich untersuchte, wodurch er vielen Irrthümern auswich und weshalb seine Arbeiten durchaus verlässlich sind. Auf seinen zahlreichen Ausflügen sammelte er, besonders im Anfang, nicht nur Pflanzen, sondern auch Mineralien, Gesteine, Thiere, später ausschliesslich Pflanzen, endlich bloss Pilze. Durch sein mehr als halbhundertjähriges Sammeln schuf er sich eine beträchtliche Sammlung, aus welcher die zoologischen und mineralogischen Gegenstände in die Sammlungen des Eperjeser Collegiums, die Gesteine in das ungarische königliche geologische Institut gelangten. Seine Phanerogam- und Gefässkryptogamensammlung, die aus etwa 1200 Species besteht, erhielt das Nationalmuseum, sammt seiner Algen-, Flechten- und Pilzsammlung; die zweiten Exemplare der letzteren schenkte er dem botanischen Institute der Universität. Derartige Geschenke machte er auch den Sammlungen verschiedener Schulen Ungarns.

So weit ist das Feld, auf welchem sich seine wissenschaftliche

Wirksamkeit bewegte; und dabei brachte er den grösseren Theil seines Lebens seiner Thätigkeit als Professor und Beamter des Collegiums zu: er war ja nicht nur mit Leib und Seele Professor, sondern auch ein beseelter Anhänger des alten protestantischen Collegiums. Besonders als Rector und als Cassier erwarb er sich um den Fortbestand des Collegiums unvergängliche Verdienste.

Im Vortrage zeigte sich *Hazslinszky* immer als begeisterter Naturforscher; er war bestrebt, seine Schüler dem Guten, dem Schönen und dem Wahren zu gewinnen; darum legte er auch nicht auf die Menge des Stoffes Gewicht, sondern auf die Entwicklung des Urtheils, des Denkens und die Veredlung der Gefühle seiner Schüler. In seinem wirklichen Elemente fühlte er sich dann, wenn er seine Schüler in der freien Natur belehren konnte.

Der zweite Abschnitt seines Lebens verlief still in scheinbarer Ruhe. Als Jüngling arbeitete er mit überschäumendem Lebensmuth, als Mann ruhiger, doch desto intensiver, bis er endlich als Greis von dem fieberhaften Wirken allmählig ablässt und in ihm bloss die Liebe zur Arbeit, zur Pflichterfüllung und zu den Naturwissenschaften zurückbleibt, die mit ihm am 19. November 1896 auch in das andere Leben hinübergeht.

Die zweite Periode seines Lebens war eben so erfolgreich, wie die erste. Mit schönen Anlagen, guter Gesundheit und dem Vortheil einer sorgfältigen Erziehung tritt er auf seine Bahn; die Beweise seiner Fähigkeiten liefern seine Schulzeugnisse; seine sämmtlichen Zeugnisse sind vorzüglich, von der Elementarschule, bis zum Polytechnikum. Besonders sein Gedächtniss war staunenswerth bis zum Greisenalter und nur in den letzten 3—4 Jahren wurde es schwächer.

Sein Leben ist sozusagen eine Kette unaufhörlicher Arbeit. Er suchte niemals Zerstreuung. Seine einzige Unterhaltung war sein Gärtchen, doch rastete er auch hier nicht; er hegte und pflegte seine lieben Pflanzen und verfolgte ihre Entwicklung mit steter Aufmerksamkeit. Sein Garten war auch kein gewöhnlicher kleinstädtischer Garten, sondern eine Sammlung von beobachtenswerthen Pflanzen, die er sich aus dem Freien oder aus Pflanzengärten verschaffte. Ausser seiner längeren Krankheit in Debreczin war er nie ernstlich krank.

In seinem Gemüth herrschten Religiösität und Hang zur Poesie. Einer seiner schönsten Züge ist seine grosse Vaterlandsliebe. Diese trieb ihn die Wissenschaft seines Vaterlandes mit allen Kräften, mit der ganzen Fülle seiner Fähigkeiten zu fördern und die «unüberwindbare Gleichgültigkeit, welche die ungarische Gelehrtenwelt damals umgab, zu bekämpfen», — wie er sich in einem an den Professor Ludwig Jurányi gerichteten Brief ausdrückt.

Diese Vaterlandsliebe drängte ihn zur Uebertragung der wissenschaftlichen Terminologie in die ungarische Sprache. Hierinnen konnten jedoch seine Bemühungen nicht von Erfolg gekrönt werden, da er nicht

von ungarischen Eltern stammte, und auch keine ungarische Erziehung genossen hatte, wodurch er es nie zu einem richtigen ungarischen Sprachgefühl bringen konnte. Einzelne von ihm herrührende Bildungen wurden jedoch von der ungarischen Sprache angenommen und sind auch noch heutzutage gebräuchlich. Seine Vaterlandsliebe drückt auch ihm im 1848-er Freiheitskampfe die Waffe in die Hand. Bald wird er aber des aufregenden Krieges müde und sucht nach dem Kaschauer Gefecht am stillen Familienherd Ruhe.

Wie ruhig und still auch seine Wirksamkeit war, hatte sie doch den ihr gebührenden Erfolg: durch seine Lehrthätigkeit in der grossen Schaar seiner Schüler, durch seine Werke über die ungarische Flora aber im Kreise der Fachgelehrten seines Vaterlandes sowohl als auch des Auslandes. Sein Name war im Auslande wohlbekannt und er stand mit einer grossen Zahl ausländischer Gelehrten in Correspondenz.

Diesen Erfolgen hatte er auch die Anerkennnug zu verdanken, die ihm von Seite einzelner und von Gesellschaften zu Theil ward. Er war ordentliche Mitglied der ungarischen Akademie der Wissenschaften. Die Naturwissenschaftliche Gesellschaft, deren Mitglied er seit 1846 war, wählte ihn 1886 zum Ehrenmitglied.

Wenn wir die Erfolge der Thätigkeit *Hazslinszky*'s überblicken, müssen wir anerkennen, dass er der erste war, der die Kryptogamen-Pflanzenwelt Ungarns beschrieb; ausser *Kitaibel* that er das meiste für die Erkenntniss und die Bekanntmachung der ungarischen Flora. Auch ihm geziemt die Grabschrift:

«Gaude Hungaria, qui talem tulisti.»

BUCHBESPRECHUNG.

(In diesem Abschnitte bringen wir die Besprechung von in den letzten Jahren erschienenen mathematisch-naturwissenschaftlichen Werken ungarischer Autoren.)

Wolfgang Bolyai und Carl Friedrich Gauss' Briefwechsel. *Im Auftrage der ungarischen Akademie herausgegeben, mit Anmerkungen und biographischen Daten versehen von Franz Schmidt und Paul Stäckel. Budapest, herausgegeben von der ungarischen Akademie 1899.* (Bolyai Farkas és Gauss Frigyes Károly levelezése. Budapest. Kiadja a Magy. Tud. Akadémia 1899.)

Die Originale der hier veröffentlichten Briefe von Gauss und Bolyai befinden sich gegenwärtig im Besitze der königl. Akademie der Wissenschaften zu Göttingen. Kurze Zeit nach Gauss Tode erwarb der Staat seinen schriftlichen Nachlass und überliess denselben der Akademie zur Herausgabe. In diesem Nachlasse befanden sich auch die Briefe Bolyai's an Gauss, während die von Gauss an Bolyai gerichteten Briefe von Letzterem am 13. Juli 1856 an Professor Sartorius von Waltershausen gesendet wurden, welcher dieselben dem Gauss'schen Nachlasse einverleibte. Aus den Briefen von Gauss an Bolyai hat Schering einige Bruchstücke veröffentlicht, vollständig erscheint der Briefwechsel erst mit diesem Buche. Die Briefe wurden unverkürzt, ohne irgend welche Auslassungen wiedergegeben, so dass sie auf Bolyai's Leben bezügliche einige intimere Stellen enthalten. Nach so langer Zeit konnte dies ruhig geschehen, umsomehr als diese Verhältnisse längst in den über Bolyai veröffentlichten Biographien mitgetheilt worden sind. Zudem sind diese Briefe so charakteristisch für die ganze Persönlichkeit Wolfgang Bolyai's, dass schon aus diesem Grunde Auslassungen nicht am Platze gewesen wären.

Die mitgetheilten Briefe enthalten fast den ganzen Briefwechsel der beiden Gelehrten. Es fehlen bloss diejenigen, welche Bolyai nicht zurücksandte, da sie als» blos commissionell nichts interessantes enthalten». Der erste Brief ist von Gauss an Bolyai gerichtet am 29. Sept. 1797, der letzte von Bolyai am 6. Februar 1853. Im Ganzen sind es 42 Briefe, von denen Bolyai 24, Gauss 18 geschrieben hat.

Die Briefe bieten höchst werthvolle Daten und Anschauungen bezüglich der innersten Charakter- und Gemüthseigenschaften jener beiden

Männer, von denen der eine der Fürst der Mathematiker genannt wurde, und dessen congenialer Freund, welcher ähnliche Fähigkeiten besass als jener, theils durch sein eigenthümliches, zu Extremen geneigtes Wesen, theils sein unbeständiges Schwanken zwischen Poesie und Mathematik, seine Neigung sich mit verschiedenen technischen Arbeiten zu befassen, verhindert wurde, jene Resultate auf dem Gebiete der Mathematik aufzuweisen, welche ihm bei einer stetigen Beschäftigung mit den Fragen, die er sich in seinen jungen Jahren als Vorwurf gesetzt hatte, nicht entgehen hätten können. Seinem gleich genialen Sohne Johann war es vorbehalten, das alte Problem der Parallelen zu lösen, welches Problem sein Vater sein ganzes Leben hindurch, jedoch fruchtlos zu lösen vorhatte.

Doch waren es auch andere Gründe, welche auf Wolfgang Bolyai's wissenschaftliche Thätigkeit von lähmender Wirkung waren. Zum grossen Theile seine höchst beklagenswerthen Familienverhältnisse und ausserdem die jeder Aneiferung und Anregung entbehrende Umgebung, sowie der Mangel jedes litterarischen Hilfsmittels, da er sich diese nur mit grossem Geldaufwande und selbst dann nur mit grossem Zeitverluste, ja mitunter selbst auch unter diesen Umständen nicht verschaffen konnte. Alles dies musste auf seine Studien und sein Arbeiten höchst ungünstig und lähmend wirken. So begreifen wir auch leicht den Ton, in welchem der arme Schulmeister von Marosvásárhely in seinen Briefen Gauss den anerkannten grossen und glücklichen Gelehrten in überschwänglichen Worten feiert, während Gauss niemals den Glauben an seines Freundes mathematisches Genie aufgiebt und in steter Erwartung ist, dessen bedeutende Untersuchungen und Arbeiten geniessen zu können.

Es ist in dieser Beziehung ein trauriges Bild, welches wir diesem Briefwechsel bezüglich der Lebensschicksale Bolyai's entnehmen. Unverstanden von seiner Umgebung, die in ihm zwar den grossen Gelehrten schätzt, ohne jedoch seine Bedeutung auch nur von Ferne ermessen zu können. Die ungarische Akademie wählt ihn schon im Jahre 1832 zu ihrem Mitgliede, aber niemand denkt daran, seine Arbeit zu unterstützen, während sie eines andern werthlose Rechenbücher herausgiebt. Allerdings ist es auch Bolyai's extravagantes Wesen, welches ihn von ernsten mathematischen Studien zurückhält. Eine zeitlang hält ihn die Poesie gefangen. Er schreibt eine Reihe dramatischer Werke, übersetzt Gedichte des von ihm so hochverehrten Schiller, wobei er jedoch mit dem Originaltext in sonderbarer Weise umspringt und der «Resignation» z. B. einen ganz anderen Schluss anfügt, als welchen das Original enthält. Dann beschäftigt er sich mit technischen Dingen, baut Oefen und einen von Innen aus zu bewegenden Wagen, mit dem er ohne Pferde im Lande umherfährt.

So verglimmt ein schönes und grosses Talent. Was er in seinem Tentamen und den andern erschienenen kleineren mathematischen Schriften giebt, ist unendlich wenig gegen das, was sein Freund geschaffen und gegen das, was er unter günstigen Verhältnissen schaffen hätte können.

Den Briefen von Bolyai und Gauss folgen einige Briefe, die sich auf die Schicksale derselben nach Gauss Tod beziehen. Der erste ist ein Schreiben des Direktors der meteorologischen Centralanstalt in Wien, Carl Kreil, mit dem Bolyai gelegentlich der erdmagnetischen Messungen im Jahre 1848 in Marosvásárhely bekannt worden war, an den nun Bolyai geschrieben hatte, da er in Göttingen keinerlei Bekanntschaft hatte, um einige Daten über Gauss' Leben zur Kenntniss derjenigen zu bringen, die davon Gebrauch machen konnten. Kreil schrieb in diesem Briefe, der an Sartorius von Waltershausen in Göttingen gerichtet ist, über Bolyai's Schreiben, dessen Inhalt, insofern er sich auf Gauss bezieht, mitgetheilt wird. Kreil's Brief ist vom 24. April 1855. In Folge dieses Schreibens hatte sich nun Sartorius von Waltershausen an Bolyai gewendet, um von ihm die Uebersendung der Gauss'schen Briefe zu bitten. Am 13. Juli 1856 sendete Bolyai dieselben in Begleitung eines Schreibens an Sartorius von Waltershausen, die er mit den Worten aus der Hand giebt: «Gehet denn, theure Reliquien, zu der Hand, die Euch schrieb.» Ausser den Briefen legte er auch einige Reliquien von Gauss aus der gemeinsam verlebten Jugendzeit bei, z. B. eine Schiefertafel, eine Carricatur Kestner's von Gauss' Hand gezeichnet u. A.

Es folgt nun ein Brief von Sartorius von Waltershausen vom 12. Aug. 1856 an Bolyai und dessen Antwort vom 26. desselben Monats und noch ein Brief von Sartorius von Waltershausen an Bolyai vom 26. Oktober 1856. Den Reigen der Briefe beschliesst der von Waltershausen vom 30. Dezember 1872 an den einen der Herausgeber des vorliegenden Briefwechsels, Herrn Franz Schmidt, in welchem er ihm über die in Göttingen bewahrten Briefe spricht.

Den Schluss des Bandes bilden die Anmerkungen der Herausgeber und ein ausgiebiges Register zum Buche. Der Band ist im selben Format und in derselben splendiden Ausführung herausgegeben, als der I. Band des Tentamen, der vor zwei Jahren erschienen ist.

AUGUST HELLER.

Druckfehler.

Auf Seite 60, Zeile 18 von oben ist zu lesen «*miocaenen*» an Stelle des unrichtigen «*oligocaenen*».

P1080

INDEXED

220848

MATHEMATISCHE
UND
NATURWISSENSCHAFTLICHE
BERICHTE AUS UNGARN.

MIT UNTERSTÜTZUNG DER UNGARISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN UND DER KÖNIGLICH UNGARISCHEN NATURWISSENSCHAFTLICHEN GESELLSCHAFT

HERAUSGEGEBEN VON

ROLAND BARON EÖTVÖS, JULIUS KÖNIG, KARL v. THAN.

REDIGIERT VON

AUGUST HELLER.

FÜNFZEHNTER BAND.

1897.

1899.

BERLIN, BUDAPEST,

R. FRIEDLÄNDER & SOHN. FRIEDR. KILIAN (NACHFOLGER).

In Redactionsangelegenheiten wende man sich an Prof. **August Heller**, Oberbibliothekar der Ung. Akademie der Wissenschaften, Budapest, V. Akademiepalast.

S.P.I.
3 Plat

Das Fortbestehen der

MATHEMATISCHEN UND NATURWISSENSCHAFTLICHEN

BERICHTE AUS UNGARN

ist durch die Munificenz der Ungarischen Akademie der Wissenschaften und der K. Ung. Naturwissenschaftlichen Gesellschaft vollkommen gesichert.

Preis dieses Bandes: 4 fl. 80 kr. ö. W. oder 8 Mark = 10 Francs.

DRUCK DES FRANKLIN-VEREINS.

INDEXED 220849

MATHEMATISCHE
UND
NATURWISSENSCHAFTLICHE
BERICHTE AUS UNGARN.

MIT UNTERSTÜTZUNG DER UNGARISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
UND DER KÖNIGLICH UNGARISCHEN NATURWISSENSCHAFTLICHEN GESELLSCHAFT

HERAUSGEGEBEN VON

ROLAND BARON EÖTVÖS, JULIUS KÖNIG, KARL v. THAN.

REDIGIERT VON

AUGUST HELLER.

SECHSZEHNTER BAND.

1898.

BUDAPEST,
FRIEDR. KILIAN (NACHFOLGER).
1899.

DRUCK DES FRANKLIN-VEREINS.

THE NEW YORK PUBLIC LIBRARY
REFERENCE DEPARTMENT

This book is under no circumstances to be taken from the Building

form 418